

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ КРОВООСТАНАВЛИВАЮЩИХ АППЛИКАЦИОННЫХ ИМПЛАНТОВ

© Панов А.А., Липатов В.А., Северинов Д.А., Денисов А.А., Мишустин В.Н.

Курский государственный медицинский университет (КГМУ)

Россия, 305041, Курская область, г. Курск, ул. К. Маркса, д. 3

Цель исследования: изучить физико-механические свойства двухкомпонентных губчатых гемостатических имплантов.

Материалы и методы. Опытная группа двухкомпонентный образец № 1 на основе Na-КМЦ сравнивалась с образцами: № 3 Surgicel, № 2 Tachocomb. Для определения остаточной деформации образцы сжимали с последующей фиксацией восстановления толщины. Для определения сорбционной способности образец взвешивали, помещали в дистиллированную воду, перемещали в подготовленную пробирку, центрифугировали, измеряли массу губки. Пористость определялась в той же последовательности, но погружались импланты в ортоксил. Для определения адгезии образцы помещались между двумя пластинами и фиксировалась сила разобщения импланта с поверхностью пластины.

Результаты. Коэффициент пористости образца № 1 больше, чем № 2, № 3 на 0,61 и 0,87. Адгезивные свойства образца №1 на 0,28 больше, чем №2 и на 0,45 больше, чем №3. Сорбционная способность единицы массы образца № 1 в 2,5 раза больше, чем № 2, и в 2,47 раза больше, чем № 3. Значения остаточной деформации образцов № 1 и № 2 были меньше, чем № 3, на 1,18 и 2,87. Значения образца № 1 были выше, чем № 2, на 1,69.

Заключение. В ходе исследования установлено, что образец № 1 имеет более высокие показатели коэффициента пористости, адгезии, сорбционной способности в сравнении с аналогами. При сравнении остаточной деформации образец № 1 уступил образцу № 3.

Ключевые слова: гемостатический имплант; аппликационные кровоостанавливающие средства; гемостаз; аминокaproновая кислота; гемостатические губки.

Панов Александр Анатольевич – очный аспирант кафедры оперативной хирургии и топографической анатомии, КГМУ, г. Курск. ORCID iD: 0000-0002-8275-1697. E-mail: al.panoff-2014@ya.ru (автор, ответственный за переписку)

Липатов Вячеслав Александрович – д-р мед. наук, профессор, профессор кафедры оперативной хирургии и топографической анатомии, КГМУ, г. Курск. ORCID iD: 0000-0001-6121-7412. E-mail: lipatovva@kursksmu.net

Северинов Дмитрий Андреевич – канд. мед. наук, ассистент кафедры детской хирургии и педиатрии ИНО, КГМУ, г. Курск. ORCID iD: 0000-0003-4460-1353. E-mail: dmitriy.severinov.93@mail.ru

Денисов Артём Александрович – ассистент кафедры оперативной хирургии и топографической анатомии, КГМУ, г. Курск. ORCID iD: 0000-0001-5034-8580. E-mail: denisovaa@kursksmu.net

Мишустин Владимир Николаевич – д-р мед. наук, профессор кафедры хирургических болезней ИНО, КГМУ, г. Курск. ORCID iD: 0000-0002-4104-5681. E-mail: mishustinvn@kursksmu.net

Проблема правильно подобранной интраоперационной гемостатической терапии – одна из наиболее актуальных в современной медицине. Особенно остро она прослеживается в различных областях клинической медицины, в первую очередь в абдоминальной хирургии. По данным некоторых источников до 80-85% времени при операциях на печени хирург затрачивает на достижение качественного гемостаза. Сложность представляет высокий уровень васкуляризации паренхиматозных органов, что обуславливает высокую интенсивность кровотечения, стремительную потерю крови, затруднение гемостаза [2, 10].

Для остановки паренхиматозных кровотечений используют гемостатические швы, местную гипотермию, лазерное облучение кровоточащих тканей, аппликацию жидкого азота, термо- и ультразвуковую коагуляцию, парентерально вводят свежзамороженную плазму и факторы свертывания крови, эпсилон-аминокaproновую кислоту, ингибиторы сериновых протеаз, адрок-

сон, этамзилат, окситоцин, серотонин и другие препараты, обеспечивающие остановку кровотечений различными механизмами [4]. Активно применяют средства для местного гемостаза: гемостатические губки, гели, фибриновый клей, гемостатические пленки, пасты, порошки, растворы [13].

Гемостатические средства для местного применения различаются по своему химическому составу – для их производства используется желатин, коллаген, окисленная целлюлоза, монокарбоксилцеллюлоза, карбоксиметилцеллюлоза, полисахариды, фибрин, альбумин, неорганические вещества и пр. [9]. Средства, изготовленные из различного сырья, отличаются по своим физико-механическим свойствам, а следовательно, эффективности, безопасности применения, предпочтительных для их применения сфере медицины. В связи с этим является важным исследование физико-механических свойств гемостатических средств для местного применения в опыте *in vitro*, так как благодаря

им можно оценить такие практически важные эксплуатационные характеристики, как манипуляционные свойства, эластичность, прочность, безопасность применения гемостатического средства [1, 8].

Цель исследования: в сравнительном аспекте изучить физико-механические свойства образцов двухкомпонентных губчатых гемостатических имплантов в опыте *in vitro*.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование проводилось на базе лаборатории экспериментальной хирургии и онкологии научно-исследовательского института экспериментальной медицины федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Курский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Для формирования групп сравнения использовались образцы кровоостанавливающих аппликационных средств, наиболее широко применяющихся в хирургической практике: Surgicel Fibrillar, губка Tachocomb. Группа опытных образцов включала образцы модифицированных двухкомпонентных губчатых имплантов на основе натриевой соли карбоксиметилцеллюлозы (Na-КМЦ), содержащих аминокaproновую кислоту, разработанные на базе НИИ экспериментальной хирургии и онкологии КГМУ, совместно с кафедрой химии КГМУ. Для исследования свойств образцов использовались импланты с актуальным сроком годности, упаковка которых вскрывалась не ранее суток до начала исследования.

Алгоритм изучения эксплуатационных особенностей гемостатических имплантов реализовывался в следующей последовательности: определение остаточной деформации при полном сжатии, изучение сорбционной способности, полной пористости и адгезии.

Статистическую обработку полученных результатов проводили с применением методик описательной и вариационной статистики, рассчитывали среднее значение и стандартное отклонение. В качестве программной среды для обработки данных использовали триал-версию программы Statistica 10.0 (производитель Dell Software Company, США). В связи с малой выборкой ($n < 30$) в экспериментальных группах для определения достоверности отличий средних применяли непараметрический критерий Манна-Уитни, достигнутый уровень p статистической значимости отличий. Критический уровень значимости при проверке статистических

гипотез принимали равным 0,05 – значение p , допустимое для медико-биологических исследований.

В ходе изучения остаточной деформации при полном сжатии трижды измеряли толщину исследуемого образца размером 20x20 мм, с помощью микрометра с небольшими губками. Среднее значение трех измерений было принято за фактическую толщину импланта до сжатия (h_0). Для определения остаточной деформации образец губки размером 2x2 см был помещен на стеклянную подложку, которая была установлена на подъемной траверсе разрывного электромеханического стенда. Индентор был установлен таким образом, чтобы он касался верхней поверхности образца. Затем индентор погружали в толщину образца со скоростью 2 мм/мин до тех пор, пока усилие не достигало 100 Н, затем образец оставляли под давлением на 5 минут. После снятия нагрузки образец удаляли с подложки, и толщину после сжатия измеряли таким же образом, как и толщину до сжатия. Измерения проводились сразу, через 5, 15 и 30 минут после снятия нагрузки. Остаточная деформация при полном сжатии определялась по формуле для каждого измерения [3, 12].

$$\varepsilon_{\text{ост}} = \frac{h_0 - h_{\text{ост}}}{h_0} \times 100\%, \text{ где}$$

$\varepsilon_{\text{ост}}$ – остаточная деформация сжатия,

h_0 – толщина образца до сжатия,

$h_{\text{ост}}$ – толщина образца после сжатия.

Для определения сорбционной способности губок образец объемом 0,5 см³ с известной массой помещали на 5 минут в подогретую до 37°C дистиллированную воду, затем губку извлекали и перемещали в специально подготовленную пробирку, на дне которой находилась металлическая проволока высотой не менее 30 мм, а поверхность размещалась вырезанная по сечению пробирки фильтровальная бумага. После этого пробирку центрифугировали с ускорением 1500 g в течение 5 минут. Далее требовалось извлечь образец и бумагу из пробирки и измерить массу губки [5, 7].

Сорбционную способность единицы массы губки определяли по формуле:

$$C_{H_2O}^m = \frac{\frac{m_{\text{обр.цен.}} - m_0}{\rho_{H_2O}}}{m_0}.$$

Сорбционную способность единицы объема губки определяли по формуле:

$$C_{H_2O}^V = \frac{\frac{m_{\text{обр.цен.}} - m_0}{\rho_{H_2O}}}{V_0}, \text{ где}$$

C_{H_2O} – сорбционная способность в отношении воды,

$m_{\text{обр.цен.}}$ – масса образца после центрифугирования,

m_0 – масса образца губки,

ρ_{H_2O} – плотность воды,

V_0 – объем образца губки.

Определение полной пористости производили следующим путем. На дно пробирки помещали подложку из жесткой металлической проволоки высотой не менее 30, сверху размещали вырезанную по сечению пробирки фильтровальную бумагу. Подготовленные пробирки взвешивали и маркировали. Далее брали образец гемостатической губки объемом 1 см^3 с известной массой и помещали в ортоксилон с экспозицией 2 мин, затем образец аккуратно переносили в пробирку и центрифугировали с ускорением 1500 g в течение 5 минут. Губки извлекали и производили измерение массы пробирки. Разницу масс пробирок до помещения образца и после центрифугирования считали массой выделившегося ортоксилоната [7, 11].

Коэффициент полной пористости рассчитывали по формуле:

$$K_{\text{п.п.}} = \frac{m_{\text{хыл}}}{\rho_{\text{хыл}} V_{\text{обр}}}, \text{ где}$$

$K_{\text{п.п.}}$ – коэффициент полной пористости,

$m_{\text{хыл}}$ – масса выделившегося из пор ортоксилоната,

$\rho_{\text{хыл}}$ – плотность ортоксилоната,

$V_{\text{обр}}$ – объем образца.

Для определения адгезивных свойств кровоостанавливающих имплантов оценивалось усилие, необходимое для разобщения исследуемого гемостатического средства с поверхностью брюшины. Для этого использовалась брюшина вместе с брюшной стенкой, полученные у крысы линии Вистар, эвтаназированной путем передозировки ингаляционного наркоза (изофлюранового). Лоскут брюшной стенки вырезался по размеру специально изготовленных подложек $2 \times 2 \text{ см}$ и далее подшивался к ним. Пластины с подшитой брюшной стенкой устанавливались в зажимы разрывной машины. На нижнюю пластину помещался исследуемый образец размером $1 \times 1 \text{ см}$ и сдавливался верхней пластиной с усилием 10 Н . Обнуляли показания разрывного стенда и запускали тест. Получали график, на котором отражалось значение пикового усилия, необходимого для разобщения пластин [6, 14].

Статистическую обработку полученных результатов проводили с применением методик описательной и вариационной статистики. Рассчитывали медиану и 1 и 3 квантили. В качестве программной среды для статистической обработки данных использовалась программа Statis-

tica 13.0 (производитель Dell Software Company, США). В связи с малой выборкой ($n < 30$) в экспериментальных группах для определения достоверности отличий средних применяли непараметрический критерий Манна-Уитни. Критический уровень значимости (p) при проверке статистических гипотез принимали равным $0,05$ – допустимое для медико-биологических исследований значение.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При сравнительной оценке коэффициента полной пористости обнаружено, что результаты в группе образцов № 1 «Двухкомпонентная губка» статистически значимо (табл. 1) отличались от значений в группах № 2 «Тахакомб» и № 3 «Sergisell» на $0,61$ ($p \leq 0,00194$) и $0,87$ ($p \leq 0,00194$) соответственно, а значения коэффициента полной пористости образцов группы № 2 отличались от образцов группы № 3 на $0,26$ ($p \leq 0,00516$).

При исследовании усилия, необходимого для отрыва исследуемого кровоостанавливающего имплантата от поверхности брюшины, были получены следующие результаты (табл. 1). Значения в группе образцов № 1 на $0,28$ ($p \leq 0,000183$) больше, чем в группе № 2, и на $0,45$ ($p \leq 0,000183$) больше, чем в группе № 3. Также значения усилия отрыва образцов № 2 на $0,17$ ($p \leq 0,000183$) больше, чем у образцов № 3.

Исследуя значения сорбционной способности единицы массы кровоостанавливающих средств (табл. 1) у образцов группы № 1 значения оказались в $2,5$ ($p \leq 0,000191$) раза больше, чем в группе № 2, и на $2,47$ ($p \leq 0,000191$) больше, чем в группе № 3, а в группе образцов № 2 значения на $0,47$ ($p \leq 0,000191$) больше, чем в группе № 3.

Значения сорбционной способности единицы объема кровоостанавливающих средств (табл. 1) в группе № 1 статистически значимо отличаются от значений групп № 2 и № 3 на $0,04$ ($p \leq 0,000191$) и $0,12$ ($p \leq 0,000191$) соответственно, а в экспериментальной группе № 2 этот показатель оказался больше, чем в группе № 3, на $0,08$ ($p \leq 0,000191$).

При исследовании остаточной деформации при полном сжатии образцов (табл. 1, рис. 1) были получены следующие результаты. Непосредственно сразу после сжатия значения образцов группы № 1 были на $0,37 \text{ мм}$ ($p \leq 0,000191$) больше, чем у образцов № 2, но на $1,39 \text{ мм}$ ($p \leq 0,000179$) меньше, чем в группе № 3. Значения образцов в группе № 2 также были на $1,76 \text{ мм}$ ($p \leq 0,000179$) меньше, чем в группе № 3.

Таблица 1

Table 1

Результаты сравнительного анализа физико-механических свойств кровоостанавливающих имплантов в эксперименте *in vitro*, Me [25%; 75%]

Results of comparative analysis of physical and mechanical properties hemostatic implants in *in vitro* experiment, Me [25%; 75%]

№	Название образца Sample name	Свойство Feature							
		Коэффициент полной пористости Coefficient of total porosity	Адгезия (Н) Adhesion (Н)	Сорбционная способность Sorption capacity		Остаточная деформация при полном сжатии (мм) Residual deformation at full compression (mm)			
				Единицы массы моль/1г Units of mass mol/1g	Единицы объёма мл/см ³ Units of volume ml/cm ³	Перед сжатием Before compression	Сразу после сжатия Immediately after compression	Спустя 15 мин 15 min later	Спустя 30 мин 30 min later
1	Двухкомпонентная губка Two-component sponge	1.56 [1.43; 1.85]	0.56 [0.52; 0.6]	3.38 [3.21; 3.86]	0.22 [0.21; 0.24]	4.49 [4.43; 4.57]	0.93 [0.90; 0.97]	2.40 [2.36; 2.48]	2.85 [2.79; 3.01]
2	Tachocomb	0.95 [0.90; 1.65]	0.28 [0.26; 0.33]	1.38 [1.34; 2.61]	0.18 [0.17; 0.18]	3.31 [3.28; 3.39]	0.56 [0.52; 0.69]	0.93 [0.88; 1.09]	1.16 [1.12; 1.25]
3	Surgicel Fibrillar	0.69 [0.65; 1.65]	0.11 [0.09; 0.19]	0.91 [0.84; 0.98]	0.10 [0.10; 0.20]	4.19 [4.15; 4.30]	2.32 [2.28; 2.39]	3.72 [3.67; 3.88]	4.03 [3.95; 4.16]

Спустя 15 минут после полного сжатия значения остаточной деформации распределились следующим образом. В группе № 1 этот показатель был на 1,47 мм ($p \leq 0,000182$) больше, чем в группе № 2, и на 1,32 мм ($p \leq 0,000183$) меньше, чем в группе № 3. При сравнении групп № 3 и № 2 значения в последней были выше на 2,79 мм ($p \leq 0,000182$).

Значения остаточной деформации при полном сжатии спустя 30 минут в группах № 1 и № 2 были меньше, чем в группе № 3, на 1,18 мм ($p \leq 0,000181$) и 2,87 мм ($p \leq 0,000182$) соответственно. В группе № 1 значения были выше, чем в группе № 2, на 1,69 мм ($p \leq 0,000182$). Наглядно темпы восстановления структуры образцов после полного сжатия можно увидеть на рисунке 1.

При оценке коэффициента полной пористости исследуемые образцы расположились по возрастанию в следующей последовательности: № 3, № 2, № 1. Отталкиваясь от этого, можно сделать вывод, что двухкомпонентные образцы на основе натриевой соли карбоксиметилцеллюлозы имеют более пористую структуру по сравнению с конкурентными аналогами. Этим параметром объясняется более высокая кровоостанавливающая активность этих образцов, что может способствовать более эффективному ин-

траоперационному гемостазу при кровотечениях из паренхиматозных органов.

Оценивая усилие, необходимое для разобщения исследуемого кровоостанавливающего имплантата и поверхности брюшины, мы расположили исследуемые образцы по возрастанию следующим образом: № 3, № 2, № 1. Образец № 3 (Surgicel Fibrillar) обладает самыми низкими показателями усилия отрыва, это может быть обусловлено его структурой, организованной большим количеством не связанных волокон и низкой пористостью. Самыми высокими значениями усилия, прилагаемого для разобщения поверхностей, обладали образцы группы № 1. Это может свидетельствовать о высокой адгезивности этих образцов, что имеет важное практическое значение в интра- и послеоперационном периоде. Во-первых, такие образцы не требуют дополнительной фиксации к органу, а во-вторых, уменьшается вероятность миграции импланта в послеоперационном периоде.

При исследовании сорбционной способности группы образцов расположились в следующем порядке по возрастанию: № 3, № 2, № 1. Образцы группы № 1 показали наибольшие значения, что обусловлено их структурой. Двухкомпонентные образцы на основе натриевой соли карбоксиметилцеллюлозы способны удерживать больше жидкости, что может сократить время

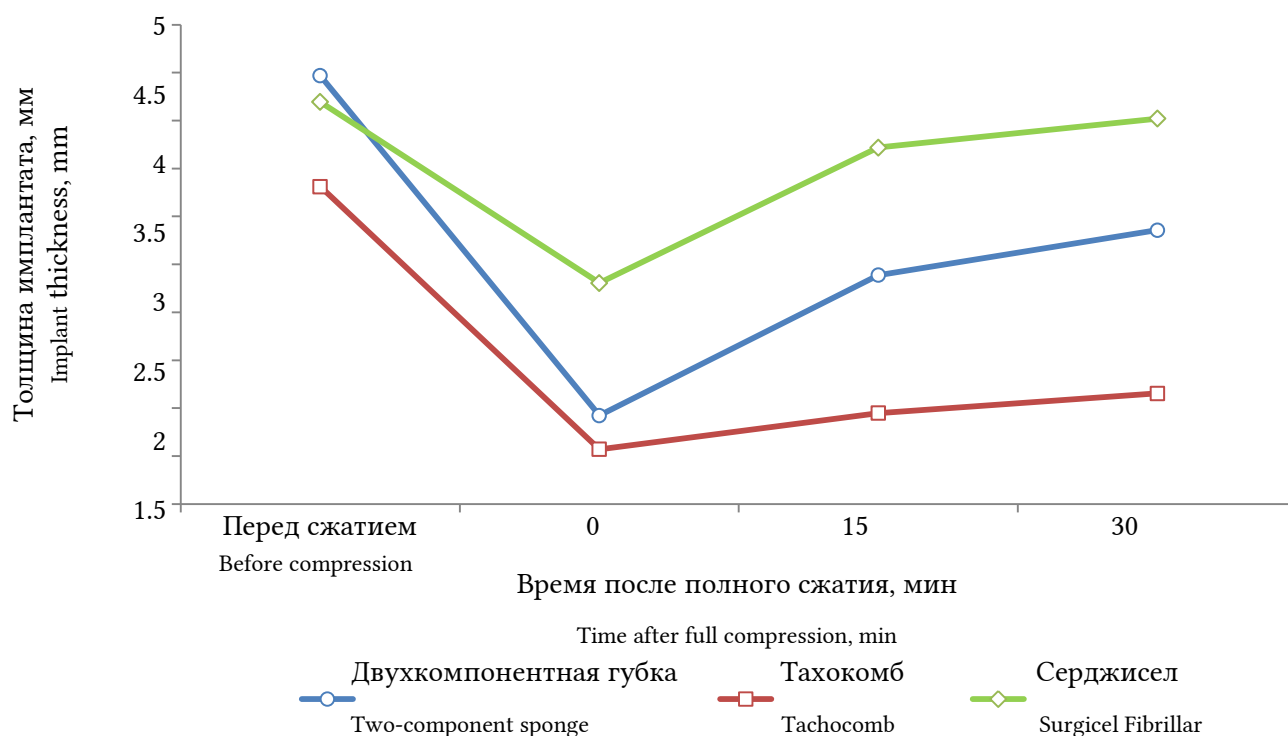


Рисунок 1. Динамика восстановления толщины импланта после полного сжатия

Figure 1. Dynamics of recovery of implant thickness after full compression

наступления гемостаза в интраоперационном периоде.

При исследовании такого свойства гемостатических имплантов, как остаточная деформация при полном сжатии, по возрастанию образцы расположились следующим образом: № 2, № 1, № 3. Максимальными значениями в данном исследовании обладали образцы группы № 3. Этот показатель позволяет сделать вывод о способности образцов после внедрения восстанавливать свою первоначальную структуру и форму.

Таким образом, в ходе исследования получили убедительные данные, что исследуемый экспериментальный двухкомпонентный образец № 1 на основе натриевой соли карбоксиметилцеллюлозы имеет более высокие показатели коэффициента полной пористости, адгезии, сорбционной способности в сравнении с исследуемыми аналогами. При сравнении остаточной деформации образец №1 занял вторую позицию, уступив образцу № 3. С учетом большинства критериев, можно сделать вывод о том, что образец № 1 имеет преимущество над сравниваемыми аналогами, а в ряде исследований не уступает им, что делает актуальным дальнейшее исследование этого образца в эксперименте *in vivo*.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

ИСТОЧНИКИ ФИНАНСИРОВАНИЯ

Авторы заявляют об отсутствии финансирования.

СООТВЕТСТВИЕ ПРИНЦИПАМ ЭТИКИ

Исследование проводилось под наблюдением регионального этического комитета при ФГБОУ ВО КГМУ Минздрава России (протокол № 9 от 10.12.2019 г.) с соблюдением международных и отечественных норм гуманного обращения с лабораторными животными: Директива 2010/63/EU Европейского Парламента и Совета Европейского союза от 22 сентября 2010 г. по охране животных, используемых в научных целях, приказ Минздрава России № 199н от 01 апреля 2016 г.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Баруздина Е.С., Ошуркова Ю.Л. Особенности функционирования системы гемостаза у здоровых собак в пожилом возрасте. *Ветеринарная патология*. 2016;1(55):69–74 [Baruzdina E.S., Oshurkova U.L. Features of hemostasis system in old dog. *Veterinary pathology*. 2016;1(55):69–74 (in Russ.)].
- Гараев И.Х., Мусин И.Н., Зенитова Л.А. Антисептические перевязочные материалы на основе сфагнума. *Бюллетень медицинской науки*. 2019;1(13):8–13. DOI: 10.31684/2541-8475.2019.1(13).8-13 [Garayev I.Kh., Musin I.N., Zenitova L.A. Antiseptic bandaging materials based on sphagnum. *Medical Science Bulletin*. 2019;1(13):7–12. DOI: 10.31684/2541-8475.2019]

3. Горский В.А., Зрянин А.М., Агапов М.А. Эффективность использования ТахоКомба в гепатобилиарной хирургии. *Современные технологии в медицине*. 2011;(2):61–68 [Gorsky V.A., Zryanin A.M., Agapov M.A. The effectiveness of TachoComb use in hepatobiliary surgery. *Modern technologies in medicine*. 2011;(2):61–68 (in Russ.)]
4. Заривчацкий М.Ф., Мугатаров И.Н., Каменских Е.Д., Гаврилов О.В., Мальгинов К.Е., Колеватов А.П., Панков К.И. Профилактика и компенсация кровопотери в резекционной хирургии печени. *Периский медицинский журнал*. 2013;30(5):6–12 [Zarivchatsky M.F., Mugatarov I.N., Kamenskikh E.D., Gavrilov O.V., Malginov K.E., Kolevatom A.P., Pankov K.I. Hemorrhage prevention and compensation in hepatic resection surgery. *Perm medical journal*. 2013;30(5):6–12 (in Russ.)]
5. Леонов Д.В., Розов Р.М., Устинова Т.П., Ключев И.А. Исследование физико-механических свойств полиамида-6, модифицированного окисленным графитом и базальтовой ватой на стадии его синтеза. *Молодой ученый*. 2015;24-1(104):38-40 [Leonov D.V., Rozov R.M., Ustinova T.P., Klyuev I.A. Study of the physical and mechanical properties of polyamide-6 modified with oxidized graphite and basalt wool at the stage of its synthesis. *Molodoy uchenyy*. 2015;24(1):38–40 (in Russ.)]
6. Липатов В.А., Инаров М.А., Ярмamedов Д.М., Лысанская К.В. Морфологические физико-механические свойства полимерных пленчатых имплантатов в опытах in vitro. *Забайкальский медицинский вестник*. 2015;(1):129–133 [Lipatov V.A., Inrow M.A., Yarmamedov D.M., Lisansky K.V. Morphological and physico-mechanical properties polymeric membranous implants in vitro. *Transbaikalian medical bulletin*. 2015;(1):129–133 (in Russ.)]
7. Липатов В.А., Северинов Д.А., Саакян А.Р. Локальные гемостатики в хирургии XXI века (обзор литературы). *INNOVA*. 2019;1(14):16–22 [Lipatov V.A., Severinov D.A., Sahakyan A.R. Local hemostatics in surgery of the 21st century. *INNOVA*. 2019;1(14):16–22 (in Russ.)]. DOI: 10.21626/innova/2019.1/03
8. Alam H.B., Burris D., DaCorta J.A., Rhee P. Hemorrhage control in the battlefield: role of new hemostatic agents. *Mil Med*. 2005;170(1):63–69. DOI: 10.7205/milmed.170.1.63
9. Bak J.B., Singh A., Shekarriz B. Use of gelatin matrix thrombin tissue sealant as an effective hemostatic agent during laparoscopic partial nephrectomy. *J Urol*. 2004;171(2 Pt 1):780–782. DOI: 10.1097/01.ju.0000104800.97009.c6
10. Barker T.H., Fuller G.M., Klinger M.M., Feldman D.S., Hagood J.S. Modification of fibrinogen with poly(ethylene glycol) and its effects on fibrin clot characteristics. *J Biomed Mater Res*. 2001;56(4):529–535. DOI: 10.1002/1097-4636(20010915)56:4<529::aid-jbm1124>3.0.co;2-2
11. Briceño J., Naranjo A., Ciria R., Díaz-Nieto R., Sánchez-Hidalgo J.M., Luque A., Rufián S., López-Cillero P. A prospective study of the efficacy of clinical application of a new carrier-bound fibrin sealant after liver resection. *Arch Surg*. 2010;145(5):482–488. DOI: 10.1001/archsurg.2010.62
12. Hanna E.M., Martinie J.B., Swan R.Z., Iannitti D.A. Fibrin sealants and topical agents in hepatobiliary and pancreatic surgery: a critical appraisal. *Langenbecks Arch Surg*. 2014;399(7):825–835. DOI: 10.1007/s00423-014-1215-5
13. Kim Y.W., Kang M.J., Lee H.J., Woo C.K., Mun M.J., Cho K.S. 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
14. Nair L.S., Laurencin C.T. Biodegradable polymers as biomaterials. *Prog Polym Sci*. 2007;32(8–9):762–798. DOI: 10.1016/j.progpolymsci.2007.05.017

Поступила в редакцию 10.10.2021

Подписана в печать 20.12.2021

Для цитирования: Панов А.А., Липатов В.А., Северинов Д.А., Денисов А.А., Мишустин В.Н. Сравнительная оценка эксплуатационных свойств кровоостанавливающих аппликационных имплантов. *Человек и его здоровье*. 2021;24(4):17–23. DOI: 10.21626/vestnik/2021-4/03

COMPARATIVE ASSESSMENT OF THE PERFORMANCE PROPERTIES OF HEMOSTATIC APPLICATIONS IMPLANTS

© Panov A.A., Lipatov V.A., Severinov D.A., Denisov A.A., Mishustin V.N.

Kursk State Medical University (KSMU)

3, K. Marx St., Kursk, Kursk region, 305041, Russian Federation

Objective: to study the physical and mechanical properties of two-component spongy hemostatic implants.

Materials and methods. Experimental group of two-component sample №1 based on Na-CMC was compared with samples: №3 Surgicel, №2 Tachocomb. To determine the residual strain, the specimens were compressed followed by fixation of the thickness recovery. To determine sorption capacity, the sample was weighed, placed in distilled water, transferred to a prepared test tube, centrifuged, and the sponge mass was measured. Porosity was determined in the same sequence, but the implants were immersed in orthoxylene. To determine adhesion, specimens were placed between two plates and the force of separation of the implant from the surface of the plate was recorded.

Results. The porosity coefficient of specimen №1 was greater than №2 and №3 by 0.61 and 0.87. Adhesive properties of sample №1 are 0.28 greater than №2 and 0.45 greater than №3. The sorption capacity per unit mass of sample №1 is 2.5 times greater than №2 and 2.47 times greater than №3. The residual strain values of sample №1 and №2 were 1.18 and 2.87 less than №3. The values of sample №1 were higher than №2 by 1.69.

Conclusion. During the study, it was found that the sample №1 has higher indices of porosity coefficient, adhesion, sorption capacity in comparison with counterparts. When comparing the residual deformation, specimen №1 was inferior to specimen №3.

Keywords: hemostatic implant; applicative hemostatic agents; hemostasis; aminocaproic acid; hemostatic sponges.

Panov Alexander A. – full-time graduate student of the Department of Operational Surgery and Topographic Anatomy, KSMU, Kursk, Russian Federation. ORCID iD: 0000-0002-8275-1697. E-mail: al.panov-2014@ya.ru (correspondence author)

Lipatov Vyacheslav A. – Dr. Sci. (Med.), Professor, Professor of the Department of Operational Surgery and Topographic Anatomy, KSMU, Kursk, Russian Federation. ORCID iD: 0000-0001-6121-7412. E-mail: lipatovva@kursksmu.net

Severinov Dmitry A. – Cand. Sci. (Med.), Assistant of the Department of Pediatric Surgery and Pediatrics of the Institute of Continuing Education, KSMU, Kursk, Russian Federation. ORCID iD: 0000-0003-4460-1353. E-mail: dmitriy.severinov.93@mail.ru

Denisov Artyom A. – Assistant lecturer of the Department of Operational Surgery and Topographic Anatomy, KSMU, Kursk, Russian Federation. ORCID iD: 0000-0001-5034-8580. E-mail: denisovaa@kursksmu.net

Mishustin Vladimir N. – Dr. Sci. (Med.), Professor of the Department of Surgical Diseases of the Institute of Continuing Education, KSMU, Kursk, Russian Federation. ORCID iD: 0000-0002-4104-5681. E-mail: mishustinvn@kursksmu.net

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare the absence of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

SOURCE OF FINANCING

The authors state that there is no funding for the study.

CONFORMITY WITH THE PRINCIPLES OF ETHICS

The study was conducted under the supervision of the regional ethical committee at the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education of KSMU of the Ministry of Health of Russia (Protocol No. 9 of 10.12.2019) in compliance with international and domestic standards for the humane treatment of laboratory animals: Directive 2010/63/EU of the European Parliament and the European Union Council of 22 September 2010 on the protection of animals used for scientific purposes, the order of the Russian Ministry of Health No. 199n of April 01, 2016.

Received 10.10.2021

Accepted 20.12.2021

For citation: Panov A.A., Lipatov V.A., Severinov D.A., Denisov A.A., Mishustin V.N. comparative assessment of the performance properties of hemostatic applications implants. *Humans and their health*. 2021;24(4):17–23. DOI: 10.21626/vestnik/2021-4/03
