

ПОГЛОТИТЕЛЬНАЯ И АДСОРБЦИОННАЯ СПОСОБНОСТИ УГЛЕВОЛОКНИСТЫХ СОРБЕНТОВ К БИОЛОГИЧЕСКИМ ЖИДКОСТЯМ

А.И. Ославский, С.М. Смотрин

УО «Гродненский государственный медицинский университет»

Изучены поглотительная и адсорбционная способности различных материалов – марли медицинской и углеволоконистых сорбентов – адсорбента углеволоконистого тканого АУТ-М2, углеволоконистого тканого сорбента «Бусофит», углеволоконистого нетканого сорбента «Карбопон-В-Актив» по отношению к разным биологическим жидкостям – моче, желчи, плазме крови и инфицированной плазме крови. Поглочительно-адсорбционные свойства материалов изучены с применением разработанного специального устройства (патент на полезную модель № 7850, Республика Беларусь), позволяющего оценить динамику поглощения биологических жидкостей. Установлено, что поглотительная способность материала зависит от свойств биологической жидкости. Наибольшей адсорбционной способностью обладает углеволок «Карбопон-В-Актив». Отличительной особенностью углеволоконистых сорбентов является длительная сорбция биологических жидкостей.

Ключевые слова: поглотительная способность, адсорбционная способность, марля медицинская, углеволоконистые сорбенты, АУТ-М2, «Бусофит», «Карбопон-В-Актив».

Введение

Лечение гнойных ран и абсцессов мягких тканей по-прежнему остается одной из наиболее актуальных проблем практической хирургии. Так, инфекция кожи и мягких тканей – наиболее частая причина обращения пациентов за первичной хирургической помощью. Больные с гнойно-септическими заболеваниями составляют в настоящее время до 1/3 всех пациентов в хирургических стационарах. Одним из основных условий для снижения риска развития раневой инфекции и оптимального заживления любых гнойных ран является отсутствие избыточного количества раневого экссудата в ране [1, 3, 6]. К перевязочным средствам, применяемым в настоящее время в гнойной хирургии, предъявляется ряд дополнительных требований – они не только должны надежно ограничивать рану от механических воздействий, вторичного инфицирования, высыхания, но и активно влиять на процессы заживления [1].

Достижения науки, техники и производства позволили ввести в практику здравоохранения новые, патогенетически обоснованные перевязочные материалы и средства для лечения ран. К ним относятся: протеолитические ферменты, иммобилизованные на матрицах (В.К. Гостищев 1986; П.И. Толстых, 1988 и др.), сорбционно-активные средства (А.А. Адамян и соавт., 1989), перевязочные материалы, обладающие пролонгированной антимикробной активностью (Г.Е. Афиногенов и соавт., 1992; В.Е. Капуцкий и соавт., 2000), коллагенсодержащие раневые покрытия (Р.К. Абоянц, 1988; А. Б. Шехтер, 1992). С середины 1980-х гг. стал активно расширяться ассортимент «активных» перевязочных материалов, способствующих созданию влажной раневой среды, ускоряющих рост грануляций и миграцию эпителиальных клеток. Появились повязки с факторами роста [1]. Одними из наиболее эффективных методов лечения больных с гнойными ранами являются способы физической антисептики – сорбционные повязки [1]. Их целесообразно применять при лечении гнойных ран в экссудативную фазу течения раневого процесса. В качестве раневых сорбентов используются различные углеводные материалы – ваулен (Беларусь, Россия), сферический карбонит насыщенный (СКН), активированный углеродный волоконистый материал (АУВМ) «Днепр» МН, повязка Ресорб (Россия), АУТ-М2, СУМС-1 (Россия, Украина). АУВМ «Днепр» МН имеет текстильную структуру саржевого переплетения.

Данное покрытие эффективно сорбирует стафилококки, клебсиеллы, энтеробактерии, протей, менее активно – синегнойную палочку. Установлено, что АУВМ «Днепр» МН обладает более высокой сорбционной способностью по сравнению с другими углеродными материалами – вауленом, карболеном и СКН [1].

На основе углеродного сорбента создана раневая повязка «Волна», представляющая собой сорбционно-активный углеродный войлок, заключенный в марлевый пакет. Углеродные сорбенты – удобная основа для иммобилизации различных лекарственных веществ. Иммобилизация диоксида, хлоргексидина, антибиотиков и протеолитических ферментов на АУВМ «Днепр» МН способствует повышению его лечебных свойств [1].

Традиционный метод определения адсорбционной способности перевязочных материалов основан на взвешивании материалов после выдерживания в жидкости. Однако данный метод позволяет определить в основном механическое заполнение системы капилляров и пор исследуемого материала жидкостью и ее компонентами. Определяемый при этом показатель целесообразно называть не адсорбционной, а поглотительной способностью. При таком поглощении гноя из раны не исключается возможность десорбции, что может благоприятствовать размножению микроорганизмов в ране [3].

Истинная адсорбция предполагает фиксацию молекул раневого экссудата и его компонентов при взаимодействии химических и физических связей с активными функциональными группами макромолекул перевязочного материала. Данная величина фактически и является адсорбционной способностью перевязочного материала [1, 3].

Несмотря на большое количество работ, посвященных изучению свойств углеволоконистых сорбентов, поглотительная и адсорбционная способности этих материалов по отношению к различным биологическим жидкостям не исследовались, не изучена и продолжительность сорбции ими биологических жидкостей, что имеет важное практическое значение.

В связи с этим целью нашего исследования явилось изучение поглотительной и адсорбционной способности различных углеволоконистых сорбентов, применяемых для лечения гнойных ран к различным биологическим жидкостям (желчь, моча, плазма крови и инфицированная плазма крови).

Материалы и методы

Изучена поглотительная и адсорбционная способность медицинской марли, медицинского активированного углеволокнистого тканого сорбента марки АУТ-М2, углеволокнистого тканого сорбента «Бусофит», углеволокнистого нетканого сорбента «Карбопон-В-Актив» по отношению к желчи, моче, плазме, и к инфицированной плазме.

В исследовании были использованы:

1. Марля медицинская, которая представляет собой лёгкую, гигроскопичную хлопчатобумажную ткань простого полотняного плетения и вырабатывается специально для медицинских целей как основа для перевязочных материалов (бинты, салфетки, повязки, тампоны). Марля медицинская и изделия из нее (бинты, отрезки) соответствуют ГОСТу 9412-93.

2. Адсорбент углеволокнистый тканый медицинский второго поколения (АУТ-М2). Он представляет собой материал матового черного цвета без блеска, сделан на основе вязкой нити. Текстильная структура (саржа 2x2) из активированных углеродных волокон с хорошо развитой микро-, мезо- и макропористостью. Суммарная пористость составляет 0,6-0,8 см³ на 1 грамм сорбента;

3. Углеволокнистый сорбент «Бусофит» ТУ РБ 00204056-108-95 сделан на основе ткани из вязкой технической нити (карбонизация, далее - активация). Толщина материала в пределах 0,2-1,5 мм; ширина ленты 20-150 мм, ткани - 400-600 мм; поверхностная плотность 100-900 г/м², удельная поверхность по ВЕТ 500-1500 м²/г; объем пор 0,3-0,8 см³/г.

4. Активированный нетканый углеволокнистый сорбент (углеволок) «Карбопон-В-Актив» представляет собой нетканый материал с поверхностной плотностью 200 /м², шириной 38 ± 4 см, толщиной 1,5 – 3,5 мм. Предельный объем сорбционного пространства по парам бензола, 0,35 см³/г, адсорбционная активность по метиленовому голубому, не менее 200 мг/г, адсорбционная активность по йоду не менее 105%.

Для исследования были взяты по 8 образцов каждого материала для каждой биологической жидкости, одинаковой величины. Для стандартизации исследования образцы материалов изготавливали с применением специального устройства [4]. Масса образцов определялась взвешиванием их на аналитических весах. Исходная масса заготовок марли, взятых для исследования, составила от 10 до 15 мг, в среднем 12±2,6 мг. Масса пластинок медицинского активированного углеволокнистого тканого сорбента АУТ-М2 колебалась от 150 мг до 160 мг, в среднем составила 155,5±4,5 мг. Масса образцов углеволокнистого сорбента «Бусофит» в исследовании колебалась от 340 до 350 мг, в среднем 346,8±5,8 мг, а масса активированного нетканого сорбента «Карбопон-В-Актив» колебалась от 195 до 200 мг, и в среднем равнялась 197,3±3,9 мг. Поглотительная и адсорбционная способность вышеуказанных материалов изучалась по методике Ю.К. Абаева [3]. Были использованы фильтрованная желчь, полученная по дренажу Вишневого от одного больного, моча одного больного с удельной плотностью 1015 г/л, не содержащая белка, сахара, цилиндров, лейкоцитов, эритроцитов и других патологических примесей, а также плазма крови и инфицированная плазма крови. Для инфицирования плазмы на кафедре микробиологии УО «ГрГМУ» брали микробную взвесь, содержащую в 1 мл 1x10⁹ МЕ микробных тел по стандарту мутности, в рав-

ных количествах суточных культур *Staphylococcus aureus* и *Escherichia coli*. В чашку Петри вносили 5 мл взвеси и 5 мл плазмы. Поглотительную способность выражали в процентах по разности массы навесок перевязочных материалов к изначальной массе после инкубации в биологической жидкости. Адсорбционную способность выражали в процентах по разности массы навесок материалов после центрифугирования и изначальной массы.

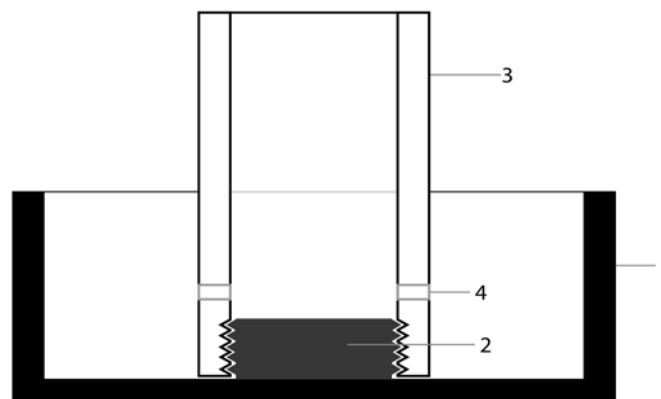


Рис. 1. Устройство для изучения продолжительности сорбционной способности материалов, используемых для лечения гнойных ран

Продолжительность сорбции медицинской марли, медицинского активированного углеволокнистого тканого сорбента марки АУТ-М2, углеволокнистого тканого сорбента «Бусофит», углеволокнистого нетканого сорбента «Карбопон-В-Актив» были изучены с помощью специально разработанного устройства (патент на полезную модель № 7850, Республика Беларусь, рисунок 1) [5]. Устройство представляет собой полый цилиндр (1) диаметром 35-40 мм и высотой 30-35 мм. Один конец цилиндра свободен, второй является дном и закрыт жестким соединением крышкой. По центру к дну цилиндра (1) закреплен второй полый цилиндр (2) диаметром 15-20 мм и высотой 3-4 мм с внутренней резьбой, к которому крепится цилиндр (3) диаметром 15-20 мм и высотой 40-50 мм. У основания цилиндра (3) имеется наружное резьбовое соединение. На расстоянии 5-6 мм от нижнего края в цилиндре (3) имеются 4 отверстия (4) диаметром 1,5-2,0 мм, через которые в цилиндр (3) поступает биологическая жидкость.

Устройство использовали следующим образом. В цилиндр (3) помещается перевязочный материал с заданной известной массой. Затем цилиндр (3) соединяется с цилиндром (2). После этого в цилиндр (1) заливается биологическая жидкость, которая через отверстия поступает в цилиндр (3) и контактирует с перевязочным материалом. Через каждые 5 минут в течение первого часа, а затем через каждый час цилиндр (3) отсоединяется от цилиндра (2). Из цилиндра (3) извлекался перевязочный материал, измерялась высота пропитывания его биологической жидкостью и определялась масса образца. Оценивалось время полного заполнения исследуемого образца биологической жидкостью по высоте при 3-кратной одинаковой массе образца.

Статистическая обработка полученных результатов выполнена с помощью компьютерной программы Excel 2007. Вычисляли среднее значение (M), ошибку среднего (m). Достоверность результатов оценивали с помощью t-критерия Стьюдента, при p<0,05.

Результаты и обсуждение

В ходе исследования выяснено, что поглотительная способность материала зависит от свойств биологической жидкости. Установлено, что наименьшей поглотительной способностью к моче обладает адсорбент углеволокнистый тканый «Бусофит». Более выражена поглотительная способность у углеволокнистого тканого сорбента АУТ-М2. Углевойлок «Карбопон-В-Актив» обладает поглотительной способностью $929,2 \pm 11,8\%$, а марля медицинская достоверно превосходит другие материалы по поглотительной способности к моче. Углевойлок «Карбопон-В-Актив» по сравнению с другими исследуемыми материалами обладает достоверно большей поглотительной способностью по отношению к желчи, плазме крови и инфицированной плазме крови (Таблица 1).

Таблица 1. Поглотительная способность перевязочных материалов, % (M ± m)

	АУТ-М2	Бусофит	Карбопон-В-Актив	Марля медицинская
Моча	$597,1 \pm 24,4$	$565,1 \pm 17,3$	$989,2 \pm 11,8$	$1018,4 \pm 18,0^*$
Желчь	$581,1 \pm 19,2$	$530,6 \pm 25,0$	$1277,3 \pm 20,1^{*#}$	$1003,9 \pm 19,8$
Плазма крови	$395,7 \pm 21,3$	$473,9 \pm 19,9$	$1430,4 \pm 13,7^{*#}$	$966,9 \pm 22,1$
Инфицированная плазма крови	$401,3 \pm 13,1$	$481,2 \pm 9,6$	$1410,5 \pm 23,6^{*#}$	$862,7 \pm 9,9$

* - различия достоверны по сравнению с АУТ-М2, «Бусофитом», «Карбопон-В-Актив», ($p < 0,05$)

- различия достоверны по сравнению с АУТ-М2, «Бусофитом», медицинской марлей, ($p < 0,05$)

Наиболее выраженной адсорбционной способностью обладает углеволокнистый нетканый сорбент «Карбопон-В-Актив», превосходящей адсорбционную способность медицинской марли, углеволокнистых тканых сорбентов АУТ-М2 и «Бусофит» по отношению ко всем исследованным биологическим жидкостям (Таблица 2).

Таблица 2. Адсорбционная способность перевязочных материалов, % (M ± m)

	АУТ-М2	Бусофит	Карбопон-В-Актив	Марля медицинская
Моча	$39,4 \pm 1,2$	$45,2 \pm 1,3$	$52,2 \pm 1,1\#$	$44,2 \pm 3,4$
Желчь	$51,5 \pm 1,3$	$54,6 \pm 1,9$	$59,2 \pm 0,4\#$	$48,9 \pm 1,1$
Плазма крови	$52,3 \pm 1,5$	$56,1 \pm 2,0$	$63,6 \pm 0,5\#$	$47,3 \pm 1,5$
Инфицированная плазма крови	$52,9 \pm 2,1$	$57,1 \pm 2,7$	$64,9 \pm 1,7\#$	$48,1 \pm 1,9$

- различия достоверны по сравнению с АУТ-М2, «Бусофитом», медицинской марлей ($p < 0,05$)

При изучении поглотительной и адсорбционной способности перевязочных материалов по отношению к инфицированной плазме не выявлено достоверных различий исследуемых углеволокнистых сорбентов по сравнению с неинфицированной плазмой. В то же время, поглотительная способность марли к неинфицированной плазме достоверно выше, чем к инфицированной плазме. Таким образом, установлено, что сорбционные свойства углеволокнистых сорбентов не зависят от инфицированности поглощаемой биологической жидкости.

Исследования продолжительности сорбции биологических жидкостей показали, что поглощение плазмы марлей практически полностью прекращается к $5,0 \pm 1,2$ минуте, в то же время поглощение плазмы адсорбентом АУТ-М2 продолжается в течение $320,0 \pm 30,0$ минут, адсорбентом «Бусофит» - $350,0 \pm 30,0$ минут, а углевойлоком «Кар-

бопон-В-Актив» – $260,0 \pm 30,0$ минут (рисунок 2). Адсорбент АУТ-М2 более длительно поглощает желчь, чем мочу. «Карбопон-В-Актив» более длительно поглощает плазму, время поглощения мочи и желчи достоверно не различается. Установлено, что повязки из медицинской марли через 5 минут прекращают свое сорбционное действие. В условиях лечения гнойных ран данный факт имеет отрицательный момент. В то же время углеволокнистые сорбенты в течение более длительного времени могут активно поглощать содержимое гнойной раны. Наиболее длительным временем поглощения биологических жидкостей обладают тканые углеволокнистые сорбенты АУТ-М2 и «Бусофит». Продолжительность сорбции биологических жидкостей положительно характеризует углеволокнистые сорбенты, как перспективные перевязочные средства для гнойных ран, когда в послеоперационном периоде требуется длительная сорбция микроорганизмов и их токсинов из гнойных полостей.

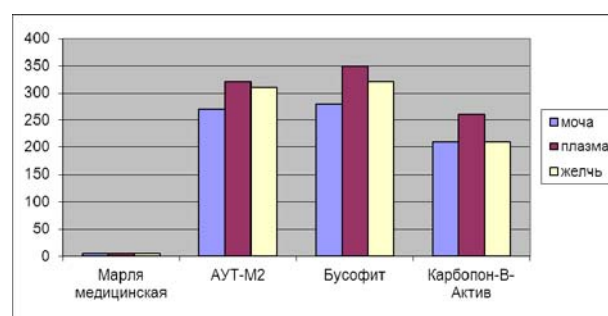


Рис. 2. Продолжительность сорбции биологических жидкостей углеволокнистыми сорбентами (мин.)

Выводы

1. Поглотительная способность углеволокнистых сорбентов зависит от свойств поглощаемой жидкости. Наибольшей адсорбционной способностью обладает углевойлок «Карбопон-В-Актив», что позволяет рассматривать данный материал как одно из перспективных средств в лечении гнойных ран.

2. Углеволокнистые сорбенты по продолжительности сорбции биологических жидкостей значительно превосходят стандартные перевязочные средства из медицинской марли. Сорбционные свойства марли медицинской сохраняются только в течение 5 минут, а у углеволокнистых сорбентов продолжаются до 7 часов.

Список использованной литературы

- Абаев, Ю.К. Хирургическая повязка / Ю.К. Абаев. – Мн.: Беларусь, 2005. – 150 с.
- Белоусов, А.Н. Нанотехнологии — ключевой приоритет обозримого будущего в медицине / А.Н. Белоусов // [Электронный ресурс]. – 2008. – Режим доступа: <http://nanolab.com.ua/article4.html> – Дата доступа: 10.04.2011.
- Сорбционные свойства перевязочных материалов / Ю.К. Абаев [и др.] // Медицинский журнал Белорусского государственного медицинского университета [Электронный ресурс]. – 2008. – №2. – Режим доступа: http://www.bsmu.by/index.php?option=com_content&view=article&id=426:—&catid=47:s:22008&Itemid=52. Дата доступа: 10.04.2011.
- Устройство для изготовления стандартных заготовок из образцов перевязочных материалов при изучении их сорбционной способности: пат. № 7938 Респ. Беларусь, МПК А61F13/00, С.М. Смотрич, А.И. Ославский, А.Г. Кузнецов; заявитель УО «Гродн. гос. мед. ун-т». – № и 20110622; заявл. 01.08.2011; опубл.

28.02.2012 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2012. – № 1. – С.205.

5. Устройство для изучения сорбционной способности материалов, используемых для лечения гнойных ран: пат.7850 Респ. Беларусь, МПК G09B23/00 / A61B17/00/ С.М. Смотрин, А.Г. Кузнецов, А.И. Ославский; заявитель УО «Гродн. гос. мед. ун-т». –№

и 20110402; заявл. 02.04.2011; опубл. 30.12.2011 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2011. – № 6. – С.260.

6. Хирургические инфекции кожи и мягких тканей. Российские национальные рекомендации / В.С. Савельев [и др.] под общ. ред. В.С. Савельева, ПК «БЛОК НОУТ», 2009. – 90 с.

ABSORBTIVE AND ADSORBTIVE CAPACITIES OF CARBON ABSORBENT MATERIALS TO BIOLOGICAL FLUIDS

A.I. Aslauski, S.M. Smatryn

Educational Institution «Grodno State Medical University»

The absorption and adsorption capacities of different kinds of wound dressings (medical gauze) and carbon absorbent materials (carbon woven adsorbent AUT-M2, carbon woven absorbent «Busofit», carbon non-woven absorbent «Carbopon - B-Active») have been studied with regard to different biological fluids, i.e urine, bile, plasma and infected plasma. A special device was developed and used to study the peculiarities of absorption and adsorption capacities of wound dressings (patent for a useful model No7850, Republic of Belarus). It helps evaluate dynamics and absorption rate of biological fluids. The absorption capacity of dressings was determined to depend on the characteristics of biological fluids. The activated carbon felt «Carbopon-B-Active» has the highest adsorption rate. The outstanding feature of carbon absorbent materials is their long-term sorption of biological fluids.

Key words: absorption capacity, adsorption capacity, medical gauze, carbon absorbents, AUT-M2, «Busofit», «Carbopon-B-Active».

Поступила 31.06.2012