

## Сорбционные свойства перевязочных материалов

*Белорусский государственный медицинский университет,  
Белорусский государственный технологический университет*

Изучены сорбционные свойства и удельная поверхность перевязочных материалов, принадлежащих к различным химическим группам.

**Ключевые слова:** сорбция, перевязочные материалы.

Широкое применение сорбционно-активных перевязочных материалов для лечения гнойных ран привело к возникновению целого направления – сорбционно-аппликационной терапии [2, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11]. Следует отметить, что приводимые в медицинской литературе численные значения сорбционной способности перевязочных материалов, как правило, завышены и в большей степени соответствуют поглотительной способности, которая характеризует механическое заполнение капиллярно-пористой структуры материала сорбатом [5]. 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 [1].

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. В результате прочного связывания компонентов раневого экссудата структурой перевязочного материала ухудшаются условия вегетирования микрофлоры в ране, что оказывает благоприятное воздействие на процесс раневого заживления [1, 5]. Целью исследования явилось сравнительное изучение поглотительной и адсорбционной способностей, а также удельной поверхности перевязочных материалов, принадлежащих к различным химическим группам.

**Материал и методы**

Для изучения поглотительной, адсорбционной способностей и удельной поверхности перевязочных средств использовали материалы, принадлежащие к различным химическим группам – марля медицинская, препараты монокарбоксилцеллюлозы (МКЦ), Melolin (UK), Topper (USA), Comprigel (Germany), Medicomp extra (Germany), материалы естественного происхождения: на основе морских водорослей – Альгипор (Россия), коллагена – Комбутек (Россия), искусственного происхождения – Sys-pur derm (Germany), Steripore (Germany), Tender wet (Germany), Duoderm (USA), Ypsisan (Germany), Mediset (Germany), ALU-TEX (Germany), ETE (Belgium), Standard (Denmark), а также на основе углеродных материалов – Ваулен (Беларусь) и АУТ-М (Украина). Препараты монокарбоксилцеллюлозы (МКЦ) получали окислением целлюлозы в виде марли медицинской раствором тетроксид азота в течение суток [5].

Для определения поглотительной и адсорбционной способности навески испытуемых материалов массой 0,40 г выдерживали в цельной крови в соотношении 1:100 при комнатной температуре (17 – 200С) в течение 1 ч. После извлечения и стекания жидкости, через 10 сек образцы взвешивали, центрифугировали в течение 45 мин при 6000 об/мин. По разнице массы образцов до и после сорбции, а также после центрифугирования, определяли процент привеса [5]. Измерение удельной поверхности перевязочных материалов производили при помощи прибора NOVA 2200 (Quantachrome Corp., USA). В качестве газа-адсорбента использовали азот (N<sub>2</sub>). Определение удельной поверхности по низкотемпературному методу ВЭТ включало две стадии – оценку по изотерме адсорбции емкости монослоя и расчет удельной поверхности с использованием молекулярной площади газа [4]. Полученные данные обработаны статистическими методами.

#### Результаты и обсуждение

Изучение поглотительной и адсорбционной способности показало, что все исследуемые материалы, независимо от химической природы составляющих их высокомолекулярных соединений имели в основном высокие показатели поглотительной способности (табл. 1). В среднем этот показатель составлял 1000 – 1500%. Только у перевязочного средства Melolin (UK) и раневого покрытия Комбутек (Россия) поглотительная способность превышала данные значения и достигала соответственно 2559,0±9,0% и 3995,0±39,5%. Минимальной поглотительной способностью обладал углеродный материал АУТ-М (Украина) – 523,6±13,2%.

Таблица 1. Сорбционная способность перевязочных материалов

Перевязочный материал	Поглотительная способность, %	Адсорбционная способность, %
<i>Материалы на основе целлюлозы</i>		
Марля медицинская	1062,0±18,0	45,8±2,2
Вата хирургическая	1809±26,0	45,8±2,2
Хлопчатобумажная ткань	887,0±19,0	44,2±3,0
Comprigel (Germany)	1409,0±16,6	47,6±2,5
Melolin (UK)	2559,0±9,0	50,0±0,2
Topper (USA)	1902,1±16,7	49,6±1,4
Medicomp extra (Germany)	987,0±17,0	48,2±3,0
<i>Производные целлюлозы</i>		
МКЦ 3,4% COOH	1192,0±10,0	49,0±1,0
МКЦ 4,4% COOH	864,0±19,0	51,2±1,2
МКЦ 7,2% COOH	1234,0±24,0	108,0±2,3
МКЦ 8,1% COOH	1054,0±44,0	142,5±2,5
МКЦ 11,4% COOH	856,0±19,0	275,0±5,0
МКЦ 14,4% COOH	1281,0±21,0	389,5±2,6
МКЦ 16,0% COOH	1270,0±28,0	413,7±1,2
МКЦ 21,6% COOH	1135,0±33,0	586,0±2,5
<i>Углеродные материалы</i>		
АУТ-М (Украина)	523,6±13,2	39,4±0,9
Ваулен (Беларусь)	988,5±15,8	40,0±1,0
<i>Материалы растительного и животного происхождения</i>		
Альгипор (Россия)	При сорбции разрушается	
Комбутек (Россия)	3995,0±39,5	301,6±2,3
<i>Искусственные полимерные материалы</i>		
Duoderm (USA)	1067,0±11,0	50,0±0,6
Sys-pur derm (Germany)	928,0±13,0	37,8±0,3
Tender wet (Germany)	1121,5±19,4	53,7±0,6
Steripore (Germany)	704,5±11,5	51,5±2,3
Ypsisan (Germany)	1498,1±22,3	65,5±1,1
Mediset (Germany)	1194,7±19,2	38,6±0,9
ALU-TEX (Germany)	1119,5±18,4	55,9±0,7
ETE (Belgium)	967,0±12,0	51,0±0,7
Standard (Denmark)	735,0±20,0	81,2±1,2

Это объясняется тем, что данный показатель обусловлен наличием в материале пор, капилляров, его развитой поверхностью и в меньшей степени химической природой и количеством функциональных групп. Напротив, адсорбционная способность изученных препаратов существенно различалась. Так, марля медицинская, перевязочные материалы на основе целлюлозы – Melolin (UK), Topper (USA), Comprigel (Germany), Medicomp extra (Germany), материалы на основе синтетических полимеров – Sys-pur derm (Germany), Steripore (Germany), Tender wet (Germany), Duoderm (USA), а также на основе углеродных материалов – Ваулен (Беларусь) и АУТ-М (Украина) обладали близкой и сравнительно невысокой адсорбционной способностью (50 – 80%).

Напротив, у препаратов МКЦ адсорбционная способность быстро возрастала от 100 до 580% по мере увеличения содержания карбоксильных групп (-COOH) от 7,2 до 21,6% (табл. 1). Возрастание адсорбционной способности у препаратов МКЦ обусловлено тем, что данный процесс связан с аморфизацией кристаллической структуры целлюлозы и быстрым возрастанием сорбционных центров в структуре полимера. Кроме того, возникающие вместо гидроксильных, карбоксильные группы

более активны в процессе сорбции молекул жидкости и компонентов биологических сред. Значительную роль в этом процессе играют белковые компоненты, всегда имеющиеся в биологических жидкостях (кровь, гной и др.), которые поглощаются структурно-аморфизированными препаратами МКЦ с возникновением межмолекулярных связей физической и химической природы с участием аминных, амидных, карбоксильных и гидроксильных групп. Следует отметить, что раневое покрытие на основе коллагена – Комбутек (Россия), имея высокие значения поглотительной способности, одновременно обладало значительной адсорбционной способностью, достигавшей 301,6%, что обусловлено высоким содержанием активных функциональных групп.

Изучение удельной поверхности перевязочных материалов показало значительные колебания данного показателя у раневых покрытий, принадлежащих к различным химическим группам (табл. 2).

Таблица 2. Удельная поверхность перевязочных материалов

Перевязочный материал	Удельная поверхность (м <sup>2</sup> /г)
<i>Материалы на основе целлюлозы</i>	
Марля медицинская	8,0±0,6
Вата хирургическая	25,0±1,8
Comprigel (Germany)	15,0±1,2
Topper (USA)	17,0±1,5
Medicomp extra (Germany)	16,0±1,3
<i>Углеродные материалы</i>	
АУТ-М (Украина)	761,0±38,0
Ваулен (Беларусь)	25,0±1,9
<i>Материалы растительного и животного происхождения</i>	
Альгипор (Россия)	21,0±1,9
Комбутек (Россия)	5,0±0,3
Губка морская средиземноморская	18,0±1,4
<i>Искусственные полимерные материалы</i>	
Sys pur derm (Germany)	7,0±0,5
Tender wet (Germany)	7,0±0,6
Sorbalgon (USA)	20±1,8

Так, минимальное значение удельной поверхности (5 м<sup>2</sup>/г) установлено у раневого покрытия Комбутек (Россия), а максимальное (25 м<sup>2</sup>/г) у ваты хирургической. Причем у целлюлозных материалов данный показатель составлял 8 – 25 м<sup>2</sup>/г, у материалов естественного происхождения – 5 – 21 м<sup>2</sup>/г и 7 – 20 м<sup>2</sup>/г у искусственных полимеров. Обращает на себя внимание высокое значение удельной поверхности углеродного перевязочного материала АУТ-М (Украина), который достигал 761 м<sup>2</sup>/г. Результаты исследования удельной поверхности перевязочных материалов свидетельствуют о том, что величина данного показателя оказывает большее влияние на поглотительную способность материала, тогда как наличие функциональных групп больше влияет на адсорбционную способность и показатели избирательной сорбции материалов. Наличие высокой удельной поверхности у углеродного материала АУТ-М и относительно невысокое значение поглотительной способности не противоречит данному выводу, и зависит, вероятно, от большей гидрофобности данного материала по сравнению с перевязочными материалами, принадлежащими к другим химическим группам.

Таким образом, установлено, что большинство изученных перевязочных материалов и средств, принадлежащих к различным химическим группам, обладают сравнительно невысокой адсорбционной способностью, за исключением препаратов МКЦ. При этом наибольшей удельной поверхностью обладают углеродные материалы. Препараты МКЦ, обладающие высокой адсорбционной способностью, целесообразно использовать в качестве перевязочного материала.

#### **Выводы**

1. Для объективной оценки перевязочных материалов целесообразно раздельное определение поглотительной и адсорбционной способности.

2. Показатель удельной поверхности в большей степени характеризует поглотительную способность перевязочного материала.

3. Традиционные перевязочные материалы на основе натуральных и искусственных полимеров, а также углеродные материалы обладают ограниченной адсорбционной способностью.

4. Адсорбционная способность препаратов МКЦ коррелирует с содержанием карбоксильных групп и значительно превышает данный показатель у изученных раневых покрытий на основе натуральных, искусственных полимеров и углеродных материалов.

#### **Литература**

1. Абаев, Ю. К. Хирургическая повязка / Ю. К. Абаев. Минск: Беларусь, 2005. 150 с.

2. Бледнов, А. В. Перспективные направления в разработке новых перевязочных средств / А. В. Бледнов // Новости хирургии. 2006. Т. 14, № 1. С. 9 – 19.

3. Грег, С., Синг, К. Адсорбция. Удельная поверхность. Пористость: пер. с англ. 2-е изд. М.: Мир, 1984. 306 с.

4. Ефименко, Н. А. Применение сорбционных материалов в лечении гнойных ран / Н. А. Ефименко, О. И. Нуждин // Воен.-мед. журн. 1998. Т. 319, № 7. С. 28 – 32.

5. Мишарев, О. С. Препараты монокарбоксилцеллюлозы в гнойной хирургии / О. С. Мишарев, Ю. К. Абаев, В. Е. Капуцкий // Хирургия. 1988. № 4. С. 50 – 53.

6. Назаренко, Г. И. Рана. Повязка. Больной: Современные медицинские технологии / Г. И. Назаренко, И. Ю. Сугурова, С. П. Глянцев. М.: Медицина, 2002. 472 с.

7. Aindow, D., Butcher, M. Films or fabrics: is it time to re-appraise postoperative dressings? // Br. J. Nurs. 2005. Vol. 14, N 19. P. 15 – 16.

8. Bishop, S. M., Walker, M., Rogers, A.A., Chen, W.Y. Importance of moisture balance at the wound-dressing interface // J. Wound Care. 2003. Vol. 12, N 4. P. 125 – 128.

9. Carter, K. Hydropolymer dressings in the management of wound exudate. // Br. J. Com. Nurs. 2003. V. 8, N 9. Suppl. P. 10 – 16.

10. Martineau, L., Shek, P.N. Evaluation of a bi-layer wound dressing for burn care I. Cooling and wound healing properties // Burns. 2006. Vol. 32, N 1. P. 70 – 76.

11. Martineau, L., Shek, P.N. Evaluation of a bi-layer wound dressing for burn care. II. In vitro and in vivo bactericidal properties // Burns. 2006. Vol. 32, N 2. P. 172 – 179.