

ИССЛЕДОВАНИЕ АДСОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ РАЗЛИЧНЫХ МОДИФИКАЦИЙ КАПИЛЛЯРНЫХ ВОЛОКОН ПОЛИСУЛЬФОНА

Научный руководитель: к.б.н., ассистент Макаревич Д.А.¹

¹Белорусский государственный медицинский университет, г. Минск

Аннотация. В настоящей статье оценивается неспецифическая адгезия иммуноглобулинов плазмы крови на волокна медицинского полисульфона (ПС), который широко используется в биомедицинской практике, в частности, в гемодиализе. Целью работы является оценка влияния модификаций капиллярных волокон полисульфона на адгезию белков глобулиновой фракции плазмы крови. В эксперименте использовались закрытые и открытые капилляры полисульфона. В результате была определена модификация капиллярных волокон ПС, подходящая для дальнейшей лигандизации с целью удаления из плазмы крови иммуноглобулинов класса G (IgG). Выводы могут быть применимы в случае разработки гидрофобных полимеров вступающих в контакт с плазмой крови.

Ключевые слова: гемосорбция, адсорбция иммуноглобулинов, полисульфон, неспецифическая адгезия.

Введение. Гемосорбция представляет собой один из терапевтических подходов к разрешению таких патологических состояний, которые связаны с присутствием патогенных молекул в плазме крови пациентов [1]. К таким состояниям относятся тяжелые отравления, острые заболевания печени, аутоиммунные расстройства и другие. Полисульфон (ПС) демонстрирует уникальные характеристики, включая высокую механическую прочность, химическую стабильность и биосовместимость [2,3]. Эти качества делают полисульфон основным компонентом для создания высокоэффективных гемосорбентов, которые применяются в лечении различных заболеваний, таких как сепсис, почечная недостаточность, серьезные интоксикации и аутоиммунные заболевания. Его химическая стабильность обеспечивает сохранение адсорбционных свойств даже при длительном контакте с плазмой пациентов, что имеет критическое значение в процессах иммуноадсорбции. Кроме того, высокая степень биосовместимости ПС минимизирует риск возникновения побочных эффектов со стороны организма, что делает его безопасным выбором для длительного контакта с кровью [4].

Цель исследования. Изучения неспецифической адсорбции иммуноглобулинов на волокнах ПС различных модификаций. Определение той конфигурации капиллярных волокон полисульфона, что подвергнется дальнейшей лигандизации с целью специфического удаления патологических антител из крови пациента.

Материал и методы. Для проведения динамического стендового эксперимента использовались полисульфоновые волокна, предоставленные предприятием ПУП "ФреБор" (Беларусь). Упаковка капиллярных фильтров из полисульфона была выполнена в двух конфигурациях: с блокировкой капилляров полисульфона с обеих сторон и без таковой. В первой конфигурации плазма могла взаимодействовать исключительно с внешней поверхностью волокна, тогда как во второй — обеспечивался контакт плазмы как с внутренней, так и с внешней поверхностями полисульфоновых волокон. Образцы для анализа собирались до и после контакта плазмы крови с волокнами полисульфона.

Для количественного определения иммуноглобулинов класса G в образцах плазмы крови был использован метод иммуноферментного анализа с использованием набора реагентов, предоставленного ЗАО "ВЕКТОР-БЕСТ". Статистическая обработка результатов

проводилась в программе Microsoft Excel 2022, а также с применением непараметрических методов статистики в программе Statistica 10.

С целью определения концентраций IgG в пробах плазмы крови была построена калибровочная кривая с контрольными точками (рис.1).

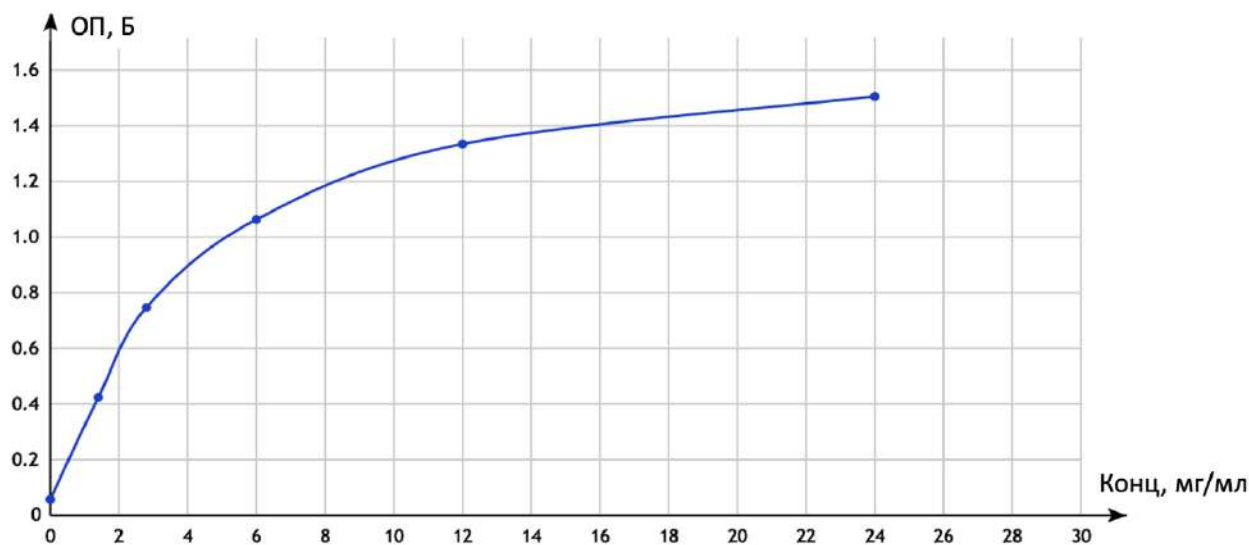
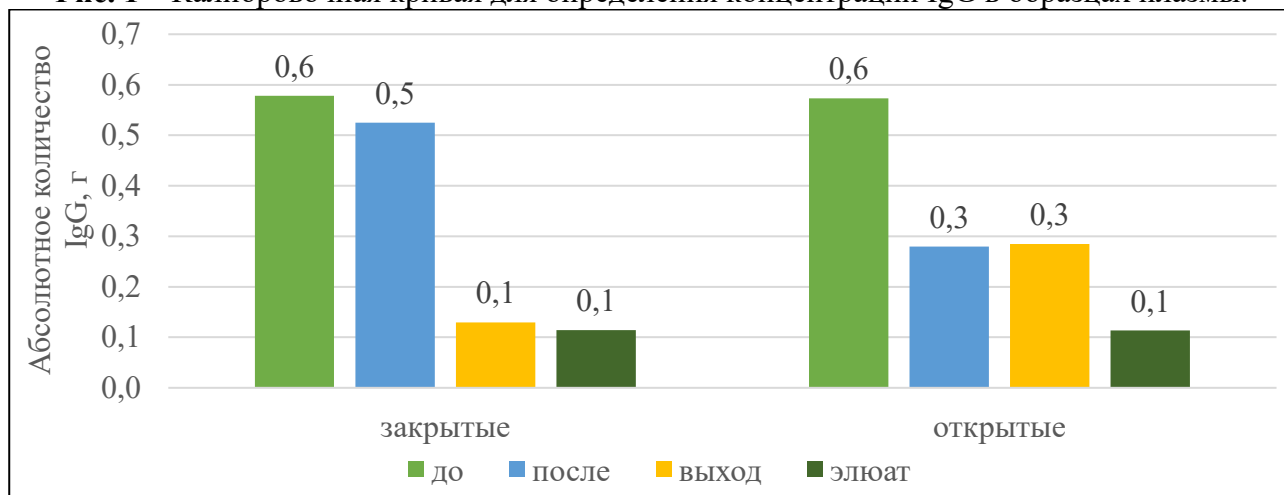


Рис. 1 – Калибровочная кривая для определения концентрации IgG в образцах плазмы.



Диагр. 1 – Результаты статистической обработки ИФА

Результаты исследования. Изменение количества иммуноглобулинов G после контакта с капиллярами полисульфона открытой модификации составило 0,29 г [0,21;0,31], после контакта с закрытыми капиллярами количество IgG уменьшилось на 0,13 г [0,02;0,21] (Диагр.1)

При определении относительных показателей адсорбции белков-иммуноглобулинов была использована следующая формула:

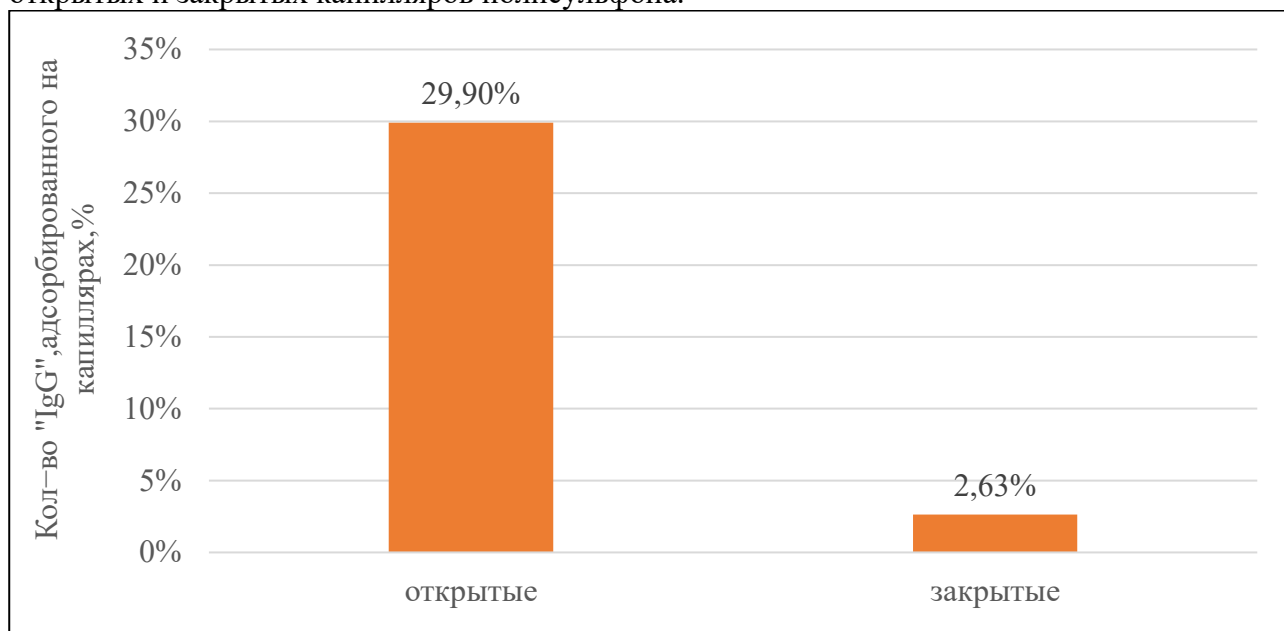
$$\text{Кол – во белка, адсорбированного на капиллярах(\%)} = \frac{\text{выход(г)} - \text{элюат(г)}}{\text{до(г)}} \times 100\%,$$

где «выход» – это разница абсолютных количеств белка до и после однократного прохождения через колонку.

Расчеты были выполнены на основе результатов иммуноферментного анализа (ИФА) образцов плазмы крови. Результаты ИФА показывают относительную адсорбцию на уровне 2,63% для закрытых волокон и 29,9% для открытых волокон полисульфона по фракции IgG (Диагр.2).

В ходе исследования была выдвинута гипотеза о различных адсорбционных свойствах различных конфигураций капиллярных волокон ПС. Для проверки данной гипотезы был использован статистический U-критерий Мана-Уитни, так как размер выборки полученных

измерений не превышал 30 и составил 8. Результаты статистической обработки показали существенные отличия в степени адсорбции в двух разных группах измерений ($p < 0,03$). Таким образом, была принята альтернативная гипотеза о различных адсорбционных свойствах открытых и закрытых капилляров полисульфона.



Диагр. 2 – Количество IgG, адсорбированного на различных модификациях волокон полисульфона

Заключение. Результаты, полученные в ходе настоящего исследования, свидетельствуют о том, что оптимальной конфигурацией полисульфоновых капилляров является именно открытый тип, показавший значительно большую степень неспецифической адсорбции иммуноглобулинов. Целесообразна его дальнейшая лигандизация для увеличения эффективности адсорбции патологических антител, а также придания адсорбции специфического характера.

Список литературы:

5. Novel hydrophobic interaction chromatography matrix for specific isolation and simple elution of immunoglobulins (A, G, and M) from porcine serum / Ramos-Clamont G., Candia-Plata M., Zamudio R., Vazquez-Moreno L. et al. // *Journal of Chromatography A*. 2006. №112. P. 28–34.
3. Ghosh R., Wan Y. H., Cui Z. F. Parameter scanning ultrafiltration: rapid optimization of pro-tein separation. // *Biotechnology and bioengineering* – 2003. – Vol.81. – P. 673–682.
4. MoEckel D., Staude E., Michael D. Static protein adsorption, ultrafiltration behavior and cleanability of hydrophilized polysulfone membranes // *Journal of membrane science*. – 1999. – Vol. 58. – P. 63–75.
5. HoenichN.A., Woffindin C., Ronco C. Haemodialysers and associated devices // *Kluwer aca-demic publishers. Replacement of renal function by dialysis*. – 1996. – P. 188–230.