

## **Биоподобие и биосовместимость в физико-химических свойствах медицинских сорбентов**

Рачковская Л.Н.\* , Летягин А.Ю., Мичурина С.В., Бгатова Н.П., Рахимова Н.Н.,  
Королев М.А.

*Научно-исследовательский институт клинической и экспериментальной лимфологии –  
филиал ИЦиГ СО РАН, Новосибирск, Россия*

\* noolit@niikel.ru

**Ключевые слова:** медицинские сорбенты; биоподобие; биосовместимость; безопасность; детоксикация

В современных медицинских технологиях важно понимание тонких биофизических механизмов санации внутренней среды организма, так как микроокружение определяет структуру и функцию клеток и органов [1]. Превышение допустимого уровня токсических продуктов экзо- и эндогенного происхождения во внутренней среде организма является причиной патологических состояний. Сорбционные материалы и биомедицинские технологии их применения обеспечивают детоксикацию внутренней среды организма с помощью гемосорбции или путем энтерального или аппликационного их применения. Сорбенты имеют большую величину удельной поверхности за счет «набора» различающихся по размерам пор (нанопор), сопоставимых с размерами удаляемых токсических агентов. Роль химической природы поверхности сорбента также велика, она должна быть, прежде всего, ареактивной в биологическом плане, совместимой с биологическими тканями, то есть гидрофильно-гидрофобной. Механизм взаимодействия пористого контента с биологическими тканями еще недостаточно изучен. Однако не вызывает сомнения, что саногенное действие сорбентов определяется их способностью связывать и выводить из организма токсические продукты из мест их расположения – из крови, лимфы, с раневых поверхностей кожи и ЖКТ. Известен феномен сорбционной детоксикации тканей, в основе которого лежит извлечение токсических метаболитов, микробных клеток, токсинов из очага поражения (воспалительный фокус, ожог, травмированные ткани). С другой стороны, являясь химически, казалось бы, индифферентным, сорбент влияет на физиологические константы организма, не связанные напрямую с процессом энтеросорбции, гемосорбции или аппликационной сорбции. Сорбент выступает как пусковой механизм каскада биохимических реакций от местного до организменного уровня. Как синергист лимфатической системы сорбент исполняет роль лимфопротектора, лимфокорректора. Найдена схожесть действия гранул сорбента с лимфатическим узлом, который выполняет лимфодетоксикацию на основе лимфодренажной функции. Было показано, что сорбент исполняет при лечении ран роль временного «костыльного» (искусственного) лимфоузла, поглощая токсины и протезируя лимфодренажную функцию. Сорбент защищает мембраны клеток от воздействия токсинов, сорбируя их на своей поверхности, тем самым обеспечивает и восстанавливает нормальное функционирование при нарушении биохимических процессов внутри клетки. Тем самым сорбент способствует восстановлению

саморегуляции на уровне клеточных органелл, прежде всего – митохондрий. Таким образом, сорбент разрывает патологические цепочки и круги, восстанавливая реципрокность на уровне клетки и ткани. Более того, сорбционные свойства и природу поверхности пор сорбента можно модифицировать активными молекулами – как биополимерами с биоактивными свойствами и большими молекулами (антибиотики, сульфаниламиды, гормоны), так и микроэлементами (литий, серебро). При этом изменяется механизм действия адсорбированных молекул, изменяются количественные (концентрационные) показатели эффективных дозировок. Этот эффект потенцирования биохимических фармакодинамических процессов еще требует изучения. Сорбент, извлекая «избыточную» жидкость, дегидратирует ткани до нормального уровня, параллельно обеспечивая специфическую адсорбцию кислых метаболитов, что приводит к повышению pH в очаге поражения и благоприятно сказывается на течении патологического процесса, на повышении эффективности лекарственных средств, на стимуляцию репаративных процессов на клеточном и тканевом уровнях.

*Финансирование:* Исследование поддержано Государственным заданием НИИКЭЛ – филиал ИЦи Г СО РАН (№ FWNR-2022-0009).

## **Biosimilarity and biocompatibility in the phisico-chemical properties of medical sorbents**

Rachkovskaya L.N.\*, Letyagin A.Yu., Michurina S.V., Bgatova N.P.,  
Rakhimova N.N., Korolev M.A.

*Research Institute of Clinical and Experimental Lymphology – Branch of the Institute of Cytology and Genetics, SB RAS, Novosibirsk, Russia*

*\* noolit@niikel.ru*

**Key words:** medical sorbents; biosimilarity; biocompatibility; safety; detoxication

In modern medical technologies, it is important to understand the subtle biophysical mechanisms of sanitation of the internal environment of the body, since the microenvironment determines the structure and function of cells and organs [1]. Exceeding the permissible level of toxic products of exogenous and endogenous origin in the internal environment of the body is the cause of pathological conditions. Sorption materials and biomedical technologies of their application provide detoxification of the internal environment of the body by hemosorption or by enteric or applicative application. Sorbents have a large specific surface area due to a "set" of pores (nanopores) differing in size, comparable to the size of the toxic agents being removed. The role of the chemical nature of the sorbent surface is also great, it must first of all be biologically active, compatible with biological tissues, that is, hydrophilic-hydrophobic. The mechanism of interaction of porous content with biological tissues has not yet been sufficiently studied. However, there is no doubt that the sanogenic effect of sorbents is determined by their ability to bind and remove toxic products from the body from their locations – from blood, lymph, from wound surfaces of the skin and gastrointestinal tract. The phenomenon of sorption detoxification of tissues is known, which is based on the extraction of toxic metabolites, microbial cells, toxins from the lesion (inflammatory

focus, burn, injured tissues). On the other hand, being chemically seemingly indifferent, the sorbent affects the physiological constants of the body that are not directly related to the process of enterosorption, hemosorption or application sorption. The sorbent acts as a trigger for a cascade of biochemical reactions from the local to the organizational level. As a synergist of the lymphatic system, the sorbent acts as a lymphoprotector, lymphocorrector. The similarity of the action of sorbent granules with the lymph node, which performs lymph detoxification based on lymphatic drainage function, was found. It has been shown that the sorbent performs the role of a temporary "crutch" (artificial) lymph node in the treatment of wounds, absorbing toxins and prosthetics of lymphatic drainage function. The sorbent protects cell membranes from the effects of toxins by sorption them on its surface, thereby ensuring and restoring normal functioning in case of violation of biochemical processes inside the cell. Thus, the sorbent promotes the restoration of self-regulation at the level of cellular organelles, primarily mitochondria. Thus, the sorbent breaks pathological chains and circles, restoring reciprocity at the cell and tissue levels. Moreover, the sorption properties and the nature of the sorbent's pore surface can be modified by active molecules – both biopolymers with bioactive properties and large molecules (antibiotics, sulfonamides, hormones) and trace elements (lithium, silver). At the same time, the mechanism of action of the adsorbed molecules changes, and the quantitative (concentration) indicators of effective dosages change. This effect of potentiation of biochemical pharmacodynamic processes still needs to be studied. The sorbent, extracting the "excess" liquid, dehydrates tissues to a normal level, simultaneously providing specific adsorption of acidic metabolites, which leads to an increase in pH in the lesion and has a beneficial effect on the course of the pathological process, on increasing the effectiveness of drugs, on stimulating reparative processes at the cellular and tissue levels.

*Funding:* The study is supported by the State assignment RICEL – Branch of the Institute of Cytology and Genetics, SB RAS (No. FWNr-2022-0009).

#### *Список литературы/References*

1. Konenkov V.I., Borodin Yu.I., Lyubarsky M.S. Lymphology. Russian Academy of medical Sciences, Siberian branch, Research Institute of clinical and experimental lymphology. Novosibirsk: Manuscript, 2012