

УДК 667.092.89:66.081+612.42+612.181

БИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СОРБЕНТОВ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

© 2014 г. Ю. И. Бородин¹, В. И. Коненков¹, В. Н. Пармон², М. С. Любарский¹,
Л. Н. Рачковская^{1*}, Н. П. Бгатова¹, А. Ю. Летагин¹

¹Научно-исследовательский институт клинической и экспериментальной лимфологии СО РАМН, Новосибирск

²Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН, Новосибирск

E-mail: noolit@soramn.ru

Приведены результаты многолетних экспериментальных и клинических исследований биологических свойств сорбентов, в частности, углеродминерального сорбента СУМС-1, разработанного и детально исследованного в ИК им. Г.К. Борескова СО РАН и НИИКЭЛ СО РАМН. Представлены сведения о существующих сорбционных материалах для медицины и их физико-химических свойствах. Отражена перспектива создания селективных сорбентов нового поколения с модифицированной поверхностью. Описаны технологии применения сорбентов – гемосорбция, энтеросорбция и аппликационная сорбция. Обсуждаются механизмы биологического действия сорбентов, исходя из представленной концепции о дренажно-детоксикационной функции лимфатической системы и сорбентах как ее синергистах. Выявлены новые свойства СУМС-1, отражающие взаимодействие между сорбентом и биологическими структурами. Показано, что использование СУМС-1 способствует не только выведению эндо- и экзотоксинов, но и оказывает влияние на структурную организацию органов лимфоидной системы. Отмечено, что сорбенты, в зависимости от условий применения, могут оказывать лимфопротективное, лимфостимулирующее или лимфокорригирующее действие.

Ключевые слова: сорбенты, лимфатическая система, профилактика, лечение.

ВВЕДЕНИЕ

Решение проблемы сохранения и восстановления здоровья населения определяется адекватностью предпринимаемых и реализуемых мер как на уровне отдельных регионов, так и всей страны. Успешность реализации оздоровительных мероприятий определяется наличием комплексного, системного подхода и научно-методического сопровождения. Несмотря на достигнутые успехи, сохраняются отрицательные тенденции в состоянии здоровья населения (Бородин, 2009; Бородин и др., 2010). Проблема усугубляется накоплением во внутренней среде организма токсических продуктов из-за нарушения метаболизма на фоне болезни, стресса или неполной инактивации токсических веществ, поступающих из внешней среды. Поэтому необходимо совершенствовать методы диагностики, профилактики и лечения, а также разработки и внедрения комплексных технологий коррекции состояния организма. Одним из методов является использование сорбционных материалов в рамках концепции лимфосанации и детоксикации, основанной на понимании протективной роли лимфатической системы.

Согласно данной концепции лимфатическая система рассматривается как интегративная система, основной функцией которой является поддержание постоянства внутренней среды организма – эндоэкологического пространства – микросреды, которая окружает клетку и обеспечивает пластические, энергетические и выделительные возможности последней (Бородин, 2009). Функции лимфатической системы можно охарактеризовать как защитные (протективные) (Коненков, 2009). Исследования показали, что сорбенты являются партнерами-синергистами лимфатической системы как лимфопротекторы и лимфокорректоры. Методы лимфосанации с применением сорбентов многообразны (энтеросорбция, гемосорбция, аппликационная сорбция), они не составляют альтернативу патогенетической терапии, но могут применяться наряду с патогенетическим лечением как некая фоновая, оздоровительная медицина, направленная на стимуляцию собственных защитных сил организма. В ряде случаев методы эндоэкологической реабилитации с помощью лимфосанации приобретают характер патогенетической терапии. С этих позиций проводятся фундаментальные и прикладные исследования в

области хирургии, терапии, гинекологии. С применением сорбентов разработана и внедряется в практическую медицину программа эндоэкологической реабилитации с включением сорбентов как протекторов функций органов и систем организма (Бородин и др., 2004). Использование фоновой сорбционной терапии позволяет осуществлять профилактику экологозависимых заболеваний путем связывания на поверхности сорбентов ксенобиотиков, аллергенов, токсических метаболитов, предотвращая всасывание и прерывая путь их циркуляции, корректировать патологию органов пищеварительной системы, нарушение обмена, уменьшать эндогенную интоксикацию. В настоящем обзоре представлены сведения о медицинских сорбентах, технологиях их применения, экспериментальных и клинических результатах, свидетельствующих об эффективности использования сорбентов не только в лечебных целях, но и в целях профилактики и восстановления.

СОРБЕНТЫ КАК СИНЕРГИСТЫ ЗАЩИТНЫХ БАРЬЕРОВ ОРГАНИЗМА

Естественные защитные барьеры организма не всегда справляются с токсической нагрузкой, что ведет к нарушению гомеостаза организма. Исследования показали, что в этом случае развивается дисбаланс в структурно-функциональных взаимоотношениях органов эндокринной системы (гипофиз, надпочечники), гипоталамуса, органов детоксикации – печени, почек, легких. В результате возникает дезадаптация – состояние, которое называют эндогенной интоксикацией (ЭИ) и которое рассматривается как синдром, характерный для большинства патологий (Беляков и др., 1997). Перечень образующихся в организме эндогенных токсинов весьма разнообразен и они негативно влияют на органы, клетки и субклеточные структуры, хотя природа изначально создала механизмы защиты внутренней среды организма (Жолнин, 2001). Важной системой защиты организма, распознающей и инактивирующей токсические агенты, является иммунная система, представляющая собой органы центрального и периферического иммунитета: вилочковая железа, костный мозг, лимфоидные образования (селезенка, лимфатические узлы и др.), иммунокомпетентные клетки (Михайленко и др., 2005). Не менее важную защитную роль при взаимодействии внутренней среды организма и внешней среды играет лимфатическая система (Бородин и др., 2006). В настоящее время разработаны методы управления дренажно-детоксикационной и иммунной

функциями лимфатической системы: лимфостимуляция, лимфокоррекция и лимфопротекция. Обоснование развиваемых подходов базируется на анатомо-физиологическом представлении о структуре и функции лимфатического региона и сопряженных с ним систем. Концепция дренажно-детоксикационной функции лимфатического региона стала теоретической основой для разработки методов лимфосанации, в том числе эффективной многоуровневой лимфодетоксикации (Бородин и др., 1997). Дренаж эндоэкологического пространства с его непрерывно изменяющимся биофизическим, биохимическим и антигенным содержанием требует столь же непрерывного и многоуровневого биофизического, биохимического и иммунного контроля. Такими контролирующими структурами выступают лимфоидные органы разных уровней (скопления лимфоидной ткани, лимфатические узлы). В этих лимфоидных образованиях осуществляется перманентная естественная лимфодетоксикация, реализуемая через процессы адсорбции, фильтрации, эндо- и экзоцитоза, биотрансформации веществ и иммунной обработки антигенного материала (Бородин, 2000). От эффективности естественной лимфодетоксикации зависит реализация постоянно протекающих в организме процессов патологии и саногенеза. Очевидно, что возникновение, развитие и генерализация эндотоксикоза обусловлены эффективностью лимфодетоксикации. Так как эндо(экзо)токсикоз сопровождается большинством заболеваний, понятна важная роль лимфатической системы и ее синергистов – сорбентов, обеспечивающих выведение из организма накопившихся токсичных продуктов экзо- и эндогенной природы. К технологиям с применением сорбентов относятся: гемо-, лимфо-, плазмо-, ликворосорбция, энтеросорбция, иммуносорбция, аппликационная сорбция (Беляков и др., 1997). Накоплен большой клинический опыт использования сорбентов в различных областях медицины. В настоящее время становится очевидной эффективность применения методов адсорбции.

МЕДИЦИНСКИЕ СОРБЕНТЫ ДЛЯ ДЕТОКСИКАЦИИ

В медицине в основном используют активные угли (на основе каменных углей, торфа, карбонизованных полимеров), углеродминеральные и минеральные сорбенты (в основном на основе оксидов алюминия и кремния), полимерные сорбенты. Сорбенты различаются гранулометрическим составом, размером (микро-, мезо-, макропоры) и объемом пор, удельной поверхностью, на которой

происходит адсорбция – концентрирование токсических продуктов различной природы (Николаев и др., 1982; Джордано, 1989; Лопаткин, Лопухин, 1989; Беляков и др., 1997; Фенелонов, 1995, 2004). В процессах массопереноса пространство сообщающихся пор разных размеров имеет решающую роль. Радиус микропор составляет менее 1.5 нм, а поверхность их достигает 1000 м²/г. Энергия адсорбции в микропорах значительно выше, чем при адсорбции в мезо- и макропорах, что обуславливает высокую сорбционную активность в области небольших концентраций извлекаемого вещества. Мезопоры (переходные поры) имеют эффективные радиусы 1.5–100 нм, поверхность таких сорбентов может достигать 200–400 м²/г. Мезопоры заполняются при больших концентрациях извлекаемого вещества. Макропоры имеют средние радиусы свыше 100 нм и удельную поверхность до 2 м²/г. Малая величина поверхности говорит о том, что макропоры не играют заметной роли в величине адсорбции и являются только транспортными порами для молекул небольших размеров, по которым адсорбируемые вещества проникают вглубь сорбента. Однако в случае крупных объектов, например, типа стафилококка (с диаметром от 0.6 до 1 мкм) именно в них и происходит адсорбция (Рачковская, 1996). Объем пор обычно применяемых в медицине сорбентов 0.2–1.5 см³/г (табл. 1). Для гемосорбции используют сорбенты с размером гранул 0.4–1 мм, для энтеросорбции – от 0.1 до 1 мм. Важным в выборе сорбентов является размерное соответствие пор определенного калибра молекулам заданного размера и формы (Картель, 1995). Между размером пор и молекулярной массой адсорбата существует линейная зависимость. Выбор сорбента с той или иной пористой структурой позволяет влиять на избирательность сорб-

ции различных токсинов и предопределять их терапевтический эффект. Так, при острых отравлениях эффективны микропористые сорбенты, тогда как терапия эндотоксикозов, аутоиммунных заболеваний ориентирована на сорбенты с мезо- и макропористой структурой.

Большое значение для сорбции имеет и химическая природа поверхности (Беляков и др., 1997; Фенелонов, 1995, 2004; Рачковская, 1996; Бородин, Асташов, 2006). Так, угли представляют собой слабые анионообменники, способные подкислять или подщелачивать биологическую жидкость путем перераспределения концентрации ионов Cl⁻ и OH⁻, что важно для коррекции кислотно-основного статуса организма. Окисленные угли приобретают свойства катионообменников. Протоногенные группы карбоксильного и фенольного типа на поверхности облегчают коррекцию биологически важных катионов – Na⁺, K⁺, Mg²⁺ и других, что может иметь значение при определенных заболеваниях (Тарковская, 1990). Химическая природа поверхности влияет на спектр поглощаемых молекул и, следовательно, на биохимические показатели (липидный, белковый статус и др.). Наличие на поверхности сорбентов различных активных групп позволяет получать специфические сорбенты для коррекции патологий иммунного характера (Бакалинская и др., 1994).

Сравнительные исследования по использованию различных сорбентов немногочисленны (Джордано, 1989), что связано со сложностью протекающих процессов при контакте сорбента с биосредой (ионообменные процессы, донорно-акцепторные взаимодействия, каталитические и биоспецифические превращения). По этой причине сравнительное изучение процессов сорбции в

Таблица 1. Физико-химическая характеристика сорбентов

Сорбент	Размер гранул, мм	S _{уд.} , м ² /г	V _Σ , объем пор, см ³ /г	Насыпной вес, г/см ³	Механическая прочность	
					по ГОСТ, %	потери при истирании, %/мин.
ИГИ-40	1–3	600	0.72	0.5	60	1.8
СКТ-6А	0.5–2	600	1.1	0.38	40–60	0.8–1
КАУ-2	0.5–1.8	500	1.1	–	–	–
СУГС-1	0.5–0.8	500	1.2	0.4	–	–
СКН-1М	0.5–1	600	1.0	0.5	90	–
СКН-1К	0.5–1	1200	1.6	0.42	80	–
СУМС-1	0.4–1	200	0.4	0.8	95	0.1–0.3
СИАЛ	0.4–1	220	0.4	0.78	95	0.1–0.3

Примечание. Данные в таблице взяты из литературы (Рачковская, 1996).

модельных условиях дает примерное представление об активности сорбентов. Сорбенты, применяемые в медицине, должны быть безопасными, механически прочными, высоко стандартизованными, совместимыми с биотканями и обладать достаточной сорбционной активностью. Все применяемые сорбенты в той или иной мере соответствуют данным требованиям. Клинические аспекты применения гемосорбентов приведены в ряде работ (Николаев, 1984; Лопухин, Молодцов, 1985; Рачковская, 1996; Абдурахимов, 2003). Важными показателями их качества являются гемосовместимость и тромборезистентность. Аппликационная сорбция способствует нормализации биологических показателей организма в ответ на повреждение. Но капиллярные свойства многих сорбентов недостаточны для дренирования, в частности, раны. Дренажные свойства волокнистых сорбентов хорошо проявляются при лечении поверхностных ран, но при лечении глубоких ран лучше показали себя гранулированные сорбенты (СУМС-1) (Рачковская, 1996; Любарский и др., 1997, 2000а,б).

Активные угли – наиболее изученные сорбенты на основе: ископаемого углеродного сырья (БАУ, СКТ-6А и др.), скорлупы орехов (КАУ), карбонизованных полимеров (СКН, СУГС, ФАС) (Джиордано, 1989; Беляков и др., 1997; Фенелонов, 1995, 2004; Рачковская, 1996). По активности угольные энтеросорбенты располагаются в ряд: СКН-1К > СКС > СКН-2М > СКТ-6А > КАУ-1 >> ИГИ (Воинов, 2006). По сравнительным данным в работах разных периодов, наиболее приемлемыми гемосорбентами являются СКН, КАУ, СУГС, СУМС-1, ФАС, ВНИИТУ. Поверхность углей неоднородна в геометрическом, энергетическом и химическом отношении (из-за наличия различных поверхностных групп) (Тарковская, 1990; Рачковская, 1996).

Сравнительные данные по исследованию влияния некоторых сорбентов на количество и агрегационные свойства тромбоцитов крови в опытах *in vitro* представлены в табл. 2. В табл. 3 приведены показатели коагуляционного гемостаза до и после контакта сорбентов с кровью. Из таблиц видно, что наименьшее снижение количества тромбоцитов вызывают сорбенты КАУ и СУМС-1, наибольшее – ФАС.

Из представленных в таблицах данных следует, что все исследуемые сорбенты влияют на систему коагуляции крови, и наименьшим активирующим действием обладает сорбент КАУ.

Минеральные сорбенты на основе оксидов алюминия и кремния, алюмосиликатов, цеолитов

Таблица 2. Динамика показателей тромбоцитарного гемостаза донорской крови с сорбентом, (M ± m)

Сорбент	Количество тромбоцитов × 10 ⁹ /л	Спонтанная агрегация, %
Контроль (до сорбции)	270 ± 12.4	8.25 ± 2.7
СУМС-1	250 ± 14.3	18.2 ± 2.7*
СИАЛ	233 ± 14.3*	12.0 ± 2.0
ФАС	189 ± 12.7*	20.1 ± 4.7*
СКН-2К	235 ± 2.7*	12.2 ± 0.8*
КАУ	256 ± 5.7	9.7 ± 0.6

Примечание. * P < 0.05 по сравнению с контролем (Кизнер и др., 1996).

Таблица 3. Показатели коагуляционного гемостаза до и после контакта донорской крови с сорбентами, (M±m)

Сорбент	Силиконовое время, %	Каолиновое время, %	0-фенантролиновый тест, г/л
Контроль (до сорбции)	100 ± 8.7	100.0 ± 5.9	4.8 ± 0.6
СУМС-1	79.0 ± 9.8*	81.7 ± 5.3*	5.8 ± 1.2
СИАЛ	60.6 ± 9.8*	81.7 ± 5.9*	7.5 ± 1.0*
ФАС	89 ± 2.8	84.2 ± 1.8*	5.1 ± 0.4
СКН-2К	107.7 ± 2.7	84.2 ± 2.4*	4.9 ± 0.7
КАУ	83.0 ± 1.5	85.2 ± 2.0*	4.7 ± 0.5

Примечание. * P < 0.05 по сравнению с контролем (Кизнер и др., 1996).

используют в качестве энтеросорбентов (Рачковская, 1996). Альмагель (на основе гидроксида алюминия) применяется при лечении заболеваний желудочно-кишечного тракта, он снижает pH желудочного сока, сорбирует гидролитические ферменты (Машковский, 1994). Полисорб (оксид кремния) эффективен при отравлении фтором и ртутью (Мещиков, Мусыркин, 1997). Сорбент СИАЛ механически прочен, с гидрофильно-гидрофобной поверхностью, по текстуре и сорбционной активности близок к СУМС-1 (табл. 2, 3) (Бородин и др., 2006).

Сорбенты на основе полимеров – микрокристаллическая целлюлоза, лигнин (полифепан) на основе растительного сырья также получили распространение в медицинской практике (Беляков и др., 1997). Энтеросгель (гидрогель метилкремневой кислоты) эффективен в отношении среднемoleкулярных токсинов и не связывает электролиты (Энтеросгель..., 1999). Как сорбенты часто позиционируют пищевые добавки на основе пектинов, целлюлозы и водорослей (Павлов,

Плешаков, 1996; Хасина и др., 2001; Шилов, Лим, 2004).

Углеродминеральные сорбенты (СУМС-1 как энтеро-, гемо- и вальнеросорбент) высоко стандартизованы, удачно сочетают свойства прочных, с определенной текстурой, минеральных сорбентов с сорбционной активностью углей (Рачковская, 1996). Матрицей сорбента является гамма-оксид алюминия с мезо-, макропористой структурой. На поверхности матрицы равномерно распределена сетка углерода, состоящая из кристаллитов размером 2–3 нм, при этом углерод блокирует сильные кислотные и основные центры оксида алюминия, что делает поверхность сорбента мягкой по отношению к биологическим средам. СУМС-1 эффективен в отношении сорбции средне- и высокомолекулярных токсических агентов. Как энтеросорбент, он работает на протяжении всего ЖКТ (в отличие от активного угля, который эффективен лишь в верхних отделах кишечника), не извлекает витамины, не нарушает водно-солевого баланса. Как гемосорбент, СУМС-1 не поглощает белок и кислород из крови, что выгодно отличает его от активных углей. Свойства СУМС-1 описаны в многочисленных публикациях (Рачковская, 1996; Любарский и др., 1997; Олейников и др., 2006).

Модифицированные сорбенты представляют значительный интерес для усовершенствования сорбционных технологий лечения (Петросян и др., 1998). Саногенное воздействие сорбента на органы и ткани возрастает при нанесении на его поверхность биологически активных веществ (антибиотиков, антисептиков, цитостатиков, ферментов). Сорбционные методы можно применять для введения в организм лечебных препаратов при условии обратимости сорбции веществ-модификаторов (Петросян, Сухинин, 1998). Сорбент предварительно насыщают необходимыми препаратами и применяют в режиме десорбции (Джиордано, 1989). В данном случае сорбент выполняет не только детоксикационную функцию, но и является средством доставки модификаторов в заданном направлении. Так, сорбент СУМС-1, с иммобилизованными на его поверхности бифидобактериями, способствует восстановлению нормальной микрофлоры кишечника, предохраняет бифидобактерии от разрушения в кислой среде желудка, доставляя их в достаточном количестве в кишечник (Бородин и др., 1998). СУМС-1 с модифицирующим полисахаридом фукоиданом при пероральном приеме перспективен для лечения ожоговых ран (Коненков и др., 2007). Иммобилизация на сорбенте ингибитора фибринолиза (аминокапроновая кислота) оказалась результативной

в комплексной терапии воспалительных заболеваний пародонта (Коваленко, 1998). Сорбенты (СКН-1К, СКТ-6А, СУГС, СУМС-1) с гипохлоритом натрия и озоном (Белянин, 1993; Петросян и др., 1998; Педдер и др., 2003; Пак и др., 2004) оказались более эффективными детоксикантами по сравнению с исходными сорбентами.

Экспериментальные и клинические работы, связанные с лечением ожоговых и гнойных ран, показали эффективность применения аппликаций сорбента СУМС-1, модифицированного метронидазолом и липооризином (Плешаков 1996; Олейников и др., 2006). Серебросодержащие сорбенты (СИАЛ-С, СУМС-С) оказались эффективными детоксикантами с противовоспалительными и антиоксидантными свойствами (Коненков и др., 2009). Сорбенты могут выступать не только в качестве носителей различных биологически активных веществ, но и в роли дозаторов, обеспечивая пролонгированное высвобождение терапевтических агентов по мере продвижения сорбента по ЖКТ, что имеет значение, когда лекарственными препаратами являются быстро всасывающиеся вещества, например препараты лития (Бородин и др., 2006).

Селективные сорбенты – это дальнейший шаг в развитии сорбционного направления – придания сорбентам селективности путем иммобилизации на их поверхности специфических лигандов и рецепторов. Они могут быть использованы как энтеросорбенты, при условии защиты лигандов от разрушающего действия агрессивной среды ЖКТ (Бурмистров и др., 2007а,б). Предпочтительнее является использование иммуногемосорбентов, так как в этом случае снимается проблема защиты специфических лигандов от агрессивного действия среды на уровне ЖКТ, хотя возникают проблемы прочности связывания и стерильности сорбентов. Обоснованием целесообразности таких разработок является возникновение и развитие заболеваний, связанных с накоплением в организме человека циркулирующих иммунных комплексов, атерогенных липопротеидов, эндогенных и экзогенных токсинов. Их удаление или снижение концентрации при иммуносорбции, как правило, дает положительный клинический эффект (Бакалинская и др., 1994; Бурмистров и др., 2007а). Иммуногемосорбенты не приводят к сенсibilизации и появлению анафилактических реакций, к формированию иммунных комплексов и активации комплемента (Бородин и др. 2010). Так, гемосорбент СУМС-1 с иммобилизованным на его поверхности противоклещевым иммуноглобулином оказался эффективным при лечении клещевого энцефалита (Бурмистров и др., 1996б).

Отмечается возможность разработки иммуносорбентов с использованием моноклональных антител для лечения гепатита (Бурмистров и др., 1996а). В России выпускают колонки для удаления липопротеидов низкой плотности (Рачковская и др., 2012), но в целом разработки иммунопрепаратов очень дорогостоящие.

СОРБЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, МЕХАНИЗМ ДЕЙСТВИЯ СОРБЕНТОВ

Принятым постулатом при использовании сорбентов является положение о том, что они не должны оказывать собственного фармакологического действия, и выявляемые на фоне их использования изменения должны быть связаны только с адсорбцией токсинов (Беляков и др., 1997). При контакте сорбента с биологической жидкостью происходит взаимодействие удаляемого вещества и сорбента. В порах сорбента фиксируются токсины, имеющие тропность к поверхности сорбента и соответствующие размеры. Эти вещества отличаются по молекулярной массе, гидрофильным и гидрофобным свойствам, особенностям циркуляции в крови и транспорта через мембраны, путям выведения из организма. Перечень заболеваний, при которых показаны сорбционные технологии, обширен. Это – острые отравления, аллергические заболевания, болезни печени и желчных путей, болезни почек, болезни легких, острые воспалительные и гнойно-септические заболевания, психоневрологические и психические заболевания, абстинентные синдромы у наркоманов и алкоголиков, иммунозависимые заболевания, последствия травм, острые нарушения кровообращения, нарушения основных видов обмена, онкозаболевания, лучевые поражения, кожные заболевания, эндокринные заболевания и другие. Сорбенты, разгружая органы естественной детоксикации, извлекают из биологических сред различные экзо- и эндотоксины: продукты естественного обмена в высоких концентрациях; активированные ферменты, способные повреждать ткани; медиаторы воспаления, биологически активные вещества; среднемолекулярные пептиды различной массы; перекисные продукты; неоднородные по составу ингредиенты нежизнеспособных тканей; агрессивные компоненты комплемента; бактериальные токсины.

Так, в частности, при патологии печени сорбенты выводят из организма билирубин, аммиак, желчные кислоты, бактериальные токсины, “средние молекулы” и другие продукты обмена и метаболизма. При заболеваниях почек удаляются про-

дукты белкового и пуринового обмена (мочевина, мочевая кислота, креатинин), средние молекулы, электролиты, биогенные амины, катехоламины и др.; при бронхолегочных заблеваниях – кинины, катахоламины, биогенные амины, регуляторные пептиды, гормоны, простагландины и другие БАВ; при заболеваниях ЖКТ – бактериальные токсины, индол, скатол, желчные кислоты, регуляторные пептиды, гормоны, конечные и промежуточные продукты основных видов обмена.

Каждая из применяющихся технологий сорбционной детоксикации имеет свои особенности и различную скорость элиминации веществ (Джордано, 1989, Лопаткин, Лопухин, 1989). Например, для снижения концентрации токсичных олигопептидов в крови на 20–30% достаточны 30–40-минутная гемосорбция, многочасовая лимфосорбция, суточная энтеросорбция (во всех случаях эффект однонаправлен). Подобная закономерность выявлена для медиаторов воспаления, в частности, для компонентов калликреин-кининовой системы, серотонина, гистамина (Беляков и др., 1997).

Не всегда представляется возможным точно определить состав токсических продуктов, удаляемых из организма посредством сорбции. Например, при длительном воздействии тяжелых металлов на уровне, не вызывающем внешне проявляемого эффекта, возникают “скрытые” изменения ряда физиологических реакций – биохимических, нейрогуморальных показателей, функций отдельных органов. Нарушения регуляторных систем, сдвиги ферментативной активности под влиянием металлов выявляются раньше, чем морфологические признаки деструкции. Известно, что ксенобиотики могут подвергаться спонтанным превращениям при физиологических значениях pH. Методы детоксикации сорбентами эффективны для удаления токсинов не только при острых и хронических заболеваниях, в том числе аутоиммунных и экологозависимых, но и при профилактическом применении (Беляков и др., 1997; Любарский и др., 2000б). Обосновано применение энтеросорбции при нарушении липидного обмена, при лечении пищевых аллергий. Пищевые аллергены, особенно жирорастворимые, после всасывания в кишечнике по лимфатическим путям попадают в легкие, являющиеся одним из “шоковых” органов при анафилаксии. Энтеросорбция (ЭС) нормализует ферментный и бактериальный состав ЖКТ, а применение модифицированных сорбентов может быть эффективным средством при лечении тяжелых кишечных инфекций. Предполагается, что природные сорбенты, такие как лигнин, пектины, целлюлоза

являются не только средствами детоксикации и защиты слизистой оболочки, но и препятствуют всасыванию нутриентов, что ведет к уменьшению массы тела и нормализации показателей холестеринового обмена (Савицкая и др., 1995).

Однако приведенные примеры сорбентной терапии нельзя считать исчерпывающими, так как в них не учитывается активная роль биологического объекта – клетки, ткани, органа, системы и целостного организма в их взаимодействии с сорбирующим агентом. Считается, что механизм лечебного действия сорбентов определяется не только свойствами сорбентов, но и патогенезом заболевания, то есть набором, свойствами и количественным содержанием эндотоксинов, что, в свою очередь, определяет механизм действия сорбента. Комплекс фиксируемых событий после приема энтеросорбента включает: изменения состава химуса и функционирования систем ЖКТ (явления 1-го порядка); активности, функциональных свойств специализированных участков пищеварения (явления 2-го порядка); функциональной активности отдельных систем и органов, связанной с концентрацией промежуточных и конечных метаболитов, активных веществ в спинномозговой и интерстициальной жидкости, крови, лимфе (явления 3-го порядка) и функциональную перестройку структуры регуляторных нейрогуморальных отношений на организменном уровне (явления 4-го порядка) (Мартынов, 2006). Сорбент в пристеночном слое ЖКТ выполняет барьерные функции, препятствующие проникновению патогенных микроорганизмов. Снижение токсической нагрузки на лимфатическую систему кишечника и организма в целом способствует более быстрому восстановлению иммунологической защиты. Показано, что ассоциаты гранул сорбента с химусом могут взаимодействовать с мембраной энтероцитов и менять их структуру и активность (Марголис, Бергельсон, 1986).

Выше сказанное не противоречит положениям, приведенным в работах Н.А. Белякова и соавт. (1997), В.Н. Григорьева и соавт. (1995) о том, что механизм лечебного действия энтеросорбентов связан с прямым и опосредованным эффектом. Прямое действие сорбентов – это сорбция токсинов, поступающих *per os*, сорбция ядов, выделяемых в химус с секретом слизистых оболочек, печени, поджелудочной железы, сорбция эндогенных продуктов секреции и гидролиза, сорбция биологически активных веществ (нейропептидов, простагландинов, серотонина, гистамина), сорбция патогенных бактерий и их токсинов, связывание газов, раздражение зон желудочно-кишечного тракта. Токсины, прежде чем поки-

нуть организм, многократно всасываются и вновь экскретируются кишечной системой. Это многократное действие оказывает токсическое действие на организм. Энтеросорбент прерывает возникший порочный круг, фиксируя токсины на своей поверхности и выводя их из организма естественным путем (Григорьев и др., 1995). Опосредованное действие сорбентов – это предотвращение или ослабление токсико-аллергических реакций, профилактика экзотоксикоза, снижение метаболической нагрузки на органы экскреции и детоксикации, коррекция обменных процессов, восстановление целостности и проницаемости слизистых оболочек, улучшение кровоснабжения, стимуляция моторики кишечника. Выявлено, что при гемосорбции отсутствует четкая корреляция между выраженностью элиминации токсинов, с одной стороны, и клиническим эффектом – с другой. В ряде случаев отмечали существенное улучшение состояния пациентов при кратковременных перфузиях (5–10-минутных), когда из организма не удавалось вывести сколько-нибудь значимое количество токсинов. Было замечено также, что после первых гемосорбций в серии лечебных процедур происходит возрастание некоторых компонентов, например, циркулирующих иммунных комплексов в крови при бронхиальной астме на фоне улучшения состояния. Предполагается, что наряду с эфферентным механизмом протекают какие-то неспецифические реакции, имеющие принципиальное значение и конкурирующие с основным лечебным действием. Это могут быть реакции, опосредованные через форменные элементы крови, иммунную и фагоцитарную системы, коагуляционный потенциал, реологические свойства, через гуморальную регуляцию и медиаторные вещества. Второй уровень опосредованных механизмов реализуется через улучшение функций органов детоксикации и экскреции в результате снижения метаболической нагрузки и удаления ингредиентов, блокирующих их работу (Беляков и др., 1997).

Большие перспективы в лечении ожоговых и гнойных ран открывает аппликационная сорбция, особенно с применением иммобилизованных ферментов и стимуляторов регенерационных процессов (Бадронов и др., 2000; Любарский и др., 2000а). Наличие сорбента на поверхности раны ускоряет отторжение гнойно-некротического отделяемого за счет процессов адсорбции. Это “разрывает” патогенетическую цепочку и позволяет лимфатической системе выполнять свои основные функции: лимфодетоксикационную, лимфодренажную, иммунологическую. При этом происходит снижение гипергидратации тканей,

блокируется и ликвидируется комплекс локальных нарушений расстройств микроциркуляции и обменных процессов, уменьшается гипоксия тканей и развитие изменений, обуславливающих развитие ацидоза. Комплексное лечение аппликационной сорбцией уменьшает продолжительность течения всех фаз раневого процесса, что позволяет сократить в 1.8–2.5 раза сроки очищения ран, ускорить в 2–2.5 раза начало эпителизации и заживления ран (Блинцев и др., 1995).

При аппликации сорбентов на ране было выявлено, что мигрирующие в область патологического очага лимфоциты образуют на поверхности сорбента шарообразные скопления, напоминающие лимфоидные фолликулы (Плешаков и др., 1995а). Образование этих клеточных скоплений по времени совпадало с процессом очищения раневой поверхности от клеточного детрита. Было сделано заключение, что в патологическом очаге формируется временная лимфатическая структура, своеобразный “протезный” лимфатический узел, паренхима которого образуется за счет мигрировавших сюда лимфоцитов, а в качестве стромальной решетки выступают гранулы сорбента. Эти наблюдения позволили предположить, что временная лимфатическая структура является одной из форм взаимодействия сорбента с биологической тканью, формируя новую, биоминеральную среду, способствующую эффективной сорбционной терапии (Плешаков, 1995а).

ПРОТЕКТОРНЫЕ СВОЙСТВА СОРБЕНТОВ

Известно, что эндогенная интоксикация способствует развитию фармакологической резистентности. Установлено, что эндотоксины способны блокировать рецепторы клетки, препятствуя проникновению лекарственных веществ. В связи с этим полагают, что фармакотерапия должна предшествовать “биохимическая санация”, к которой относят эфферентные методы с использованием сорбентов. Так, проведение при атеросклерозе курсов плазмафереза, гемо-, плазма- и энтеросорбции улучшает реологические свойства крови, снижает содержание холестерина, липопротеидов, триглицеридов, фибриногена, других белков. При этом снижение липопротеидов высокой плотности незначительно и кратковременно (Малахова, 2000; Химкина и др., 2003; Воинов, 2006). В литературе обсуждаются два подхода к выбору тактики применения энтеросорбентов: 1) включение их в терапию на ранних стадиях лечения (при этом эффективность лечения, кроме детоксицирующего воздействия, повышается и за счет усиления фармакочувствительности);

2) с помощью адекватной фармакотерапии переводят обострение в стадию “затухания” и после этого подключают энтеросорбенты, что увеличивает фазу ремиссии.

Экспериментальные исследования позволили расширить представления о протекторных свойствах сорбентов. При изучении структуры стенки тонкой кишки экспериментальных животных было показано, что длительный прием в составе рациона СУМС-1 не вызывает нарушений структурной организации эпителиоцитов кишечной ворсинки, непосредственно контактирующих с сорбентом, и способствует улучшению обменных процессов в тонкой кишке за счет увеличения поверхности всасывания питательных веществ как на уровне энтероцитов, так и кишечных ворсинок (Рачковская, Бгатова, 1995). Использование сорбентов при интоксикации карбофосом и радиоактивным цезием оказывало протективный эффект на органы естественной детоксикации организма – печень и лимфатические узлы и способствовало ускорению развития восстановительных процессов (Бгатова и др., 1995а,б). Показано, что предварительное кормление животных природными сорбентами-цеолитами с последующей интоксикацией карбофосом приводит к стимуляции иммуногенеза (Пристяжнюк и др., 1995). Клеточно-сберегающее действие сорбентов было подтверждено в экспериментах с парамециями. Время гибели парамеций при контакте с лимфой из грудного протока крысы составляло в норме 15 минут, а в условиях энтеросорбции (СУМС-1) – 19.5 минут. Указанный показатель для сыворотки крови в норме составлял 26 минут, а при энтеросорбции 32 минуты. Наиболее выраженный эффект энтеросорбции был получен на моделях эндотоксикоза. При введении карбофоса в течение месяца время гибели парамеций при контакте с лимфой из грудного протока снижалось с 16 до 2 минут, а сыворотки крови с 26 до 4 минут. При добавлении сорбента в рацион экспериментальных животных динамика токсичности лимфы из грудного протока выглядела следующим образом: через сутки время гибели парамеций составляло 5 минут, через 3 суток – 11 минут, через 7 суток – 13 минут, через 14 суток – достоверно не отличалось от нормы (Григорьев и др., 1995).

Как протекторы средового прессинга сорбенты выступают в условиях радио- и токсикоэкологического воздействий (Горчаков и др., 1995). Известно, что тучные клетки могут накапливать и высвобождать биогенные амины, которые играют важную роль в обеспечении “эндогенного фона резистентности”. Так, прием сорбентов перед

введением карбофоса оказывал клеточно-сберегающий эффект по отношению к тучным клеткам, что подтверждалось снижением числа дегранулированных тучных клеток в популяции (Горчаков и др., 1995). Лимфопротекторное действие сорбентов показано в эксперименте и клинике. Проведенные исследования выявили аналогию в действии сорбента и регионарного лимфатического узла. В обоих случаях имеет место дренаж и детоксикация патологического очага. Чем интенсивнее проводятся сорбционные воздействия, тем в меньшей степени страдает лимфатический дренаж данного региона. При этом лимфатические сосуды обнаруживают достаточную эвакуационную способность, регионарные лимфоузлы менее блокируются детритом, сохраняется структура лимфоидной паренхимы и стромы узла, менее выражены симптомы воспаления и застоя лимфы в синусах узла (Бородин, 1995). На субклеточном уровне отмечается большая сохранность энергетического и белоксинтезирующего компонентов наряду с активацией лизосомального аппарата, что свидетельствует о возрастании детоксикационной функции лимфатического узла. Введенный в область экзо- или эндоагрессии сорбент не только воздействует сам по себе на патологический очаг, но и выступает как синергист в роли лимфопротезирующего фактора, в большей или меньшей степени сохраняя дренажно-детоксикационную потенцию регионарных лимфатических структур. Лимфопротекторная роль сорбентов не ограничивается механической разгрузкой лимфодренажных путей и сохранностью анатомии лимфатических структур пораженной области. Сорбент, принимая на себя отток токсических продуктов из тканей при местном или энтеральном приеме, снижает или предупреждает отравление организма высокотоксичной лимфой (Григорьев и др., 1995). Тем самым прерывается формирование патогенетической схемы эндотоксикоза, который проходит стадии местного тканевого токсикоза, лимфотоксикоза и генерализованного эндотоксикоза.

Клинические наблюдения показывают, что сорбционно-лимфатический дренаж тканей является эффективным способом протекции регионарных лимфатических структур при лечении больных с разлитым гнойным перитонитом (Плешаков, 1995а). При перитонеосорбции (СУМС-1 с метронидазолом) наблюдали уменьшение частоты развития нагноений, образования внутрибрюшинных абсцессов, кишечных свищей, эвентраций, кишечной непроходимости и послеоперационных пневмоний. Летальность уменьшилась в 2.2–2.7 раза.

Кроме сказанного, был обнаружен эффект “протекторного последствия” сорбента (Бородин, 1995; Плешаков, 1995б). В случаях, когда при гнойном перитоните лечебные мероприятия включали наряду с медикаментами сорбционные аппликации, мезентериальные лимфоузлы, спустя полгода после окончания патологического процесса, обнаруживали хорошую сохранность структуры в отличие от лимфоузлов больных, которым сорбентная терапия не проводилась. Сохранность лимфоидной паренхимы, умеренные или отсутствующие признаки склерозирования стромы лимфатических узлов обеспечивали сохранность дренажно-детоксикационной функции регионарного лимфатического аппарата. Возможно, что взаимодействие сорбента с лимфатическими структурами имеет не только локальный характер, но и осуществляется на системном уровне, что требует дальнейших исследований.

Энтеросорбция показана при коррекции эндотоксикоза при хронических воспалительных заболеваниях органов малого таза в амбулаторно-поликлинической практике. На фоне проводимой сорбционно-лимфотропной терапии отмечали положительную динамику клинической симптоматики, положительный результат был получен уже на третьи сутки терапии (Чекалина и др., 2006; Чекалина, Овсянникова, 2004). В комплексном лечении больных с рубцовыми послеожоговыми стриктурами пищевода применяли СУМС-1 и энтеросгель (Чикинев и др., 2004). При этой патологии наблюдали лимфостаз и блокирование регионарных лимфатических узлов. Исследовали динамику показателей, отражающих состояние питания пациентов – уровень белка крови и уровень гликемии. Прирост общего белка сыворотки крови в случае приема СУМС-1 был в два раза выше, чем при применении энтеросгеля. Улучшение питания у больных, принимающих сорбенты, вероятно, связано с активацией лимфооттока и уменьшением отека тканей после бужирования пищевода (Чикинев и др., 2004).

Выявлено, что фоновая терапия с применением сорбентов как лимфопротекторов приводит к снижению дозы фармпрепаратов, уменьшению побочных эффектов медикаментозной терапии, увеличению сроков ремиссии заболеваний, повышению качества жизни, снижению степени эндотоксикации, активации механизмов иммунной защиты (Бородин и др., 2006, 2010). Включение энтеросорбции (СУМС-1) в программы санаторного лечения пациентов при хронических профессиональных полихимических интоксикациях (сероуглерод, сероводород и др.) показало улучшение состояния на 94%. Улучшение наступало

в среднем на 2–3 дня раньше в случаях приема сорбента, что было подтверждено лабораторными показателями. Выявлено, что энтеросорбция является одним из методов профилактики вертебральных заболеваний нервной системы, занимающих ведущее место в общей структуре заболеваний с временной утратой трудоспособности (Олейников и др., 2006). Сочетанное применение озонотерапии (прием озонированной воды) и энтеросорбции (СУМС-1) показали хорошие результаты при санаторно-курортной реабилитации пациентов с заболеваниями органов пищеварения (хронический гастродуоденит, панкреатит, холецистит) (Тыщенко, Сидорова, 2006). Энтеросорбция и бальнеопроцедуры для лечения больных с заболеваниями щитовидной железы, сахарным диабетом, нарушениями липидного обмена позволили оптимизировать сроки лечения и улучшить эффективность терапии (Агафонов и др., 2002). Сорбционно-лимфотропные методики при хронических воспалительных заболеваниях придатков матки показали обнадеживающие результаты – отсутствие нарушений констатировали после лечения 40% женщин, что свидетельствует о стабилизации функции яичников (Чекалина и др., 2006; Чекалина, Овсянникова, 2004).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Приведенные, далеко не полные, результаты эффективности сорбционной детоксикации позволяют сделать заключение о перспективности данного направления и его востребованности в настоящее время. Период в 30–35 лет, когда проводился наиболее интенсивный поиск подходящих сорбентов для медицины, не прошел бесследно. Ряд технологий получения сорбентов ушел в прошлое, некоторые сорбенты выдержали испытание временем, и до сих пор на их основе появляются новые технологии, позволяющие осуществлять прицельное модифицирование. В частности, перспективной становится возможность направленного воздействия на иммунную реактивность организма, открывающая путь к лечению аутоиммунных и аллергических заболеваний. Интересен феномен постсорбционного повышения чувствительности организма к лекарственной терапии. Большие возможности открывает использование направленной доставки на сорбенте необходимых ингредиентов. Сорбенты способны оказывать влияние на структурные компоненты внутренней среды организма, что ведет к функциональным преобразованиям и восстановлению общей реактивности организма в экстремальных условиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Абдурахимов С.М.* Клинико-экономический анализ применения методов экстракорпоральной гемокоррекции // Эфферентная терапия. 2003. Т. 9. № 3. С. 3–11.
- Агафонов Н.И., Суховершин А.В., Остапов А.Д. и др.* Лимфосанация в комплексе санаторно-курортного лечения и оздоровления в ЗАО Санаторий “Россия” на курорте Белокуриха // Проблемы экспериментальной, клинической и профилактической лимфологии: Мат-лы научн. конф. с межд. участием. Новосибирск, 2002. С. 11–13.
- Бадронов Р.Р., Ниязова Ф.Р., Габитов В.Х.* Структурные изменения в мягких тканях гнойной раны на фоне аллоксанового диабета при сорбционной детоксикации // Проблемы экспериментальной, клинической и профилактической лимфологии: Мат-лы межд. симп. Новосибирск, 2000. С. 30–33.
- Бакалинская О.Н., Коваль Н.М., Картель Н.Т.* Получение, исследование и применение углеродных гемосорбентов с ковалентно иммобилизованными био-препаратами // Эндогенные интоксикации: Мат-лы межд. симп. СПб., 1994. С. 205.
- Бгатова Н.П., Рачковская Л.Н.* Исследование структурной организации кишечной ворсинки животных, длительное время получавших энтеросорбент СУМС-1 // Проблемы сорбционной детоксикации внутренней среды организма: Мат-лы межд. симп. Новосибирск, 1995. С. 33–34.
- Бгатова Н.П., Селятицкая В.Г., Пальчикова Н.А. и др.* Развитие процессов повреждения и восстановления структуры тонкой кишки и брыжеечных лимфатических узлов крыс при введении цезия-137 и коррекции изменений различными природными сорбентами // Проблемы сорбционной детоксикации внутренней среды организма: Мат-лы межд. симп. Новосибирск, 1995а. С. 32–33.
- Бгатова Н.П., Митянин А.В., Илларионов В.Н. и др.* Изучение возможности использования различных природных сорбентов при остром отравлении фосфорорганическими соединениями // Проблемы сорбционной детоксикации внутренней среды организма: Мат-лы межд. симп. Новосибирск, 1995б. С. 35–36.
- Беляков Н.А., Соломенников А.В., Журавлева И.Н., Соломенникова Л.О.* Энтеросорбция – механизмы лечебного действия // Эфферентная терапия. 1997. № 2. С. 20–26.
- Белянин И.И.* Гемокорбоперфузия озонированными сорбентами в лечении больных прогрессирующим туберкулезом легких в сочетании с гепатитом // Проблемы туберкулеза. 1993. № 1. С. 21–23.
- Блинцев В.Н., Величко Я.И., Любарский М.С.* Сорбционно-аппликационное лечение больных с абсцессами брюшной полости // Проблемы сорбционной детоксикации внутренней среды организма: Мат-лы межд. симп. Новосибирск, 1995. С. 41–43.

- Бородин Ю.И.* О функциональном взаимодействии сорбирующих веществ с лимфатическими структурами // Проблемы сорбционной детоксикации внутренней среды организма: Мат-лы межд. симп. Новосибирск, 1995. С. 3–7.
- Бородин Ю.И.* Проблемы лимфодетоксикации и лимфосанации // Проблемы экспериментальной, клинической и профилактической лимфологии: Мат-лы межд. симп. Новосибирск, 2000. С. 5–9.
- Бородин Ю.И.* Лимфосанация и оздоровительная медицина // Лечебная и восстановительная медицина. Новосибирск: ООО ПК “АртПресс”. 2009. Вып. 2. С. 5–8.
- Бородин Ю.И., Астахов В.В.* Восстановительное лечение и реабилитация с точки зрения профилактической и экологической лимфологии // Проблемы экспериментальной, клинической и профилактической лимфологии: Мат-лы 1-го Сибирского съезда лимфологов с межд. участ. Новосибирск, 2006. С. 52–54.
- Бородин Ю.И., Митянин А.В., Илларионов В.Н., Астахов В.В.* Региональная программа экоэкологической реабилитации населения и возможности профилактической лимфологии // Проблемы профилактической лимфологии и санаторно-курортной реабилитации: Мат-лы науч. практ. конф. Новосибирск, 1997. С. 3–6.
- Бородин Ю.И., Солдатова Г.С., Бурмистров В.А. и др.* Препарат Биосорб-Бифидум для нормализации экологии внутренней среды // Проблемы лимфологии и экоэкологии внутренней среды: Мат-лы межд. симп. Новосибирск, 1998. С. 58–59.
- Бородин Ю.И., Астахов В.В., Горчаков В.Н. и др.* // Программа оздоровительных мероприятий по лимфосанации и детоксикации организма. Новосибирск: ИПП “Манускрипт”, 2004. 70 с.
- Бородин Ю.И., Рачковская Л.Н., Дарнева И.С., Новоселова Т.И.* Энтеросорбент Ноолит для физической и психологической реабилитации. Новосибирск: “Сова”, 2006. 224 с.
- Бородин Ю.И., Рачковская Л.Н., Бгатова Н.П.* Возможности современной оздоровительной медицины // Роль и место санаторно-курортных и реабилитационных кластеров Алтайского края: Мат-лы юбилейной науч. практ. конф. в санатории “Барнаулский”: Барнаул, 2010. С. 14–15.
- Бурмистров В.А., Ретина В.В., Порываева В.А. и др.* Иммуногемосорбенты для экстракорпорального удаления HBs антигена из сыворотки крови больных гепатитом В // Проблемы клинической и экспериментальной лимфологии: Мат-лы межд. конф. Новосибирск, 1996а. С. 45–48.
- Бурмистров В.А., Ретина В.В., Топычканова Н.Г. и др.* Специфический иммуногемосорбент для элиминации вируса клещевого энцефалита из биожидкостей // Проблемы клинической и экспериментальной лимфологии: Мат-лы межд. конф. Новосибирск, 1996б. С. 49–50.
- Бурмистров В.А., Рачковская Л.Н., Любарский М.С.* Специфические иммуносорбенты для профилактики и лечения вирусных заболеваний // Проблемы саногенного и патогенного эффектов экологического воздействия на внутреннюю среду организма: Мат-лы. III межд. симп. Чолпон-Ата, 1997. Ч. 3. С. 28–33.
- Бурмистров В.А., Рачковская Л.Н., Любарский М.С. и др.* Специфические сорбенты для профилактики и лечения различных заболеваний // Нанотехнологии и наноматериалы для биологии и медицины: Мат-лы конф. Новосибирск, 2007. Ч. 2. С. 23–36.
- Воинов В.А.* Аутоиммунные механизмы развития атеросклероза и возможности эфферентной терапии // Эфферентная терапия. 2006. Т. 12. № 2. С. 51–55.
- Горчаков В.Н., Бгатова Н.П., Пристяжнюк Е.И. и др.* Маркеры и протекторы радио- и токсикологического прессинга на организм // Проблемы сорбционной детоксикации внутренней среды организма: Мат-лы межд. симп. Новосибирск, 1995. С. 78–83.
- Григорьев В.Н., Митянин А.В., Гаврилин В.Н. и др.* О концепции взаимодействия энтеросорбентов с внутренней средой организма // Проблемы сорбционной детоксикации внутренней среды организма: Мат-лы межд. симп. Новосибирск, 1995. С. 84–86.
- Джиордано К.* // Сорбенты и их клиническое применение. Киев: Высшая школа, 1989. 290 с.
- Жолнин А. В.* // Химия биогенных элементов. Челябинск, 2001. 200 с.
- Картель Н.Т.* Возможности терапевтического действия медицинских сорбентов на основе активированных углей // Эфферентная терапия. 1995. Т. 1. № 4. С. 11–18.
- Кизнер Т.А., Рачковская Л.Н., Момот А.П., Мазырко А.В.* Новый сорбент для гемосорбции // Анестезиология и реаниматология. 1996. № 1. С. 60–62.
- Коваленко Г.А., Кузнецова Е.В., Ванина М.П.* Адсорбция и антифибринолитическая активность эпсилон-аминокапроновой кислоты на углеродсодержащих энтеросорбентах // Хим. Фарм. Журн. 1998. Т. 32. № 11. С. 39–42.
- Коненков В.И., Бгатова Н.П., Бородин Ю.И. и др.* Биологические свойства энтеросорбента специфической направленности в условиях ожоговой травмы // Оздоровительная, лечебная и восстановительная медицина. Новосибирск. 2007. Вып. 1. С. 16–22.
- Коненков В.И.* Функции лимфатической системы в поддержании постоянства внутренней среды организма // Лечебная и восстановительная медицина / Новосибирск: ООО ПК “АртПресс”, 2009. Вып. 2. С. 8–10.
- Коненков В.И., Бородин Ю.И., Бурмистров В.А. и др.* Препараты высокодисперсного серебра для оздоровительных программ // Лечебная и восстановительная медицина / Новосибирск: ООО ПК “АртПресс”, 2009. Вып. 2. С. 11–15.

- Лопаткин Н.А., Лопухин Ю.М.* Эфферентные методы в медицине. М.: Медицина, 1989. 350 с.
- Лопухин Ю.М., Молоденков М.Н.* Гемосорбция. М.: Медицина, 1985. 300 с.
- Любарский М.С., Летагин А.Ю., Габитов В.Х.* Сорбционно-лимфатический дренаж в лечении гнойно-септических процессов забрюшинного пространства. Новосибирск: Илим, 1997. 150 с.
- Любарский М.С., Шевела А.И., Нимаев В.В. и др.* Аппликационно-лимфокорригирующая местная терапия гнойных ран на фоне сахарного диабета // Проблемы экспериментальной, клинической и профилактической лимфологии: Мат-лы между. симп. Новосибирск, 2000а. С. 188.
- Любарский М.С., Данилкина С.Т., Бабко А.Н., Колпаков М.А.* Клиническая эффективность энтеросорбционной и лимфостимулирующей терапии у больных пневмониями // Проблемы экспериментальной, клинической и профилактической лимфологии: Мат-лы между. симп. Новосибирск, 2000б. С. 182–183.
- Малахова М.Я.* Эндогенная интоксикация как отражение компенсаторной перестройки обменных процессов в организме // Эфферентная терапия. 2000. № 4. С. 3–14.
- Мартынов А.К.* Структурно-функциональная организация реализации лечебных свойств энтеросорбентов // Эфферентная терапия. 2006. Т. 12. № 2. С. 11–17.
- Марголис Л.Б., Бергельсон Л.Д.* Липосомы и их взаимодействие с клетками. М.: Наука, 1986. 240 с.
- Машковский М.Д.* Лекарственные средства: пособие по фармакотерапии для врачей. Ч. 1–2. М.: Медицина, 1994.
- Мещаков Ю.В., Мусыркин Г.А.* Энтеросорбционная защита организма лиц, подвергающихся воздействию производственных вредностей и неблагоприятных факторов внешней среды // Природные минералы на службе человека: Сб. тезисов между. научно-практ. конф. Новосибирск, 1997. С. 174–175.
- Михайленко А.А., Коненков В.И., Базанов Г.А., Покровский В.И.* Руководство по клинической иммунологии, аллергологии, иммуногенетике и иммунофармакологии (для врачей общеклинической практики). Тверь: ООО Изд-во “Триада”, 2005. Т. 1. 500 с.
- Николаев В.Г.* Метод гемокарбоперфузии в эксперименте и клинике. Киев: Наукова думка, 1984. 360 с.
- Николаев В.Г., Стрелко В.В., Коровин Ю.Ф. и др.* Теоретические основы и практическое применение метода энтеросорбции // Сорбционные методы детоксикации и иммунокоррекции в медицине: Тезисы докл. I Всесоюзн. Конф. Харьков, 1982. С. 112.
- Олейников А.А., Тарасов М.В., Шумахер Г.И.* Опыт применения энтеросорбентов при реабилитации больных с вертеброгенными поясничными радикулопатиями в условиях санатория “Барнаулский” // Проблемы экспериментальной клинической и профилактической лимфологии: Мат-лы I Сибирского съезда лимфологов с между. участ. Новосибирск, 2006. С. 234–235.
- Павлов В.В., Плеваков В.П.* Использование лимфотропной и сорбционно-аппликационной терапии для подготовки раневой поверхности к различным видам кожной пластики // Проблемы клинической и экспериментальной лимфологии: Мат-лы между. конф. Новосибирск, 1996. С. 195–199.
- Пак Т.С., Тахтаганова Д.Б., Рашидова С.Ш.* Гемосорбент на основе фиброина натурального шелка // Сорбенты как фактор качества жизни: Мат-лы Всеросс. Научн. конф. Москва-Белгород, 2004. С. 130–133.
- Педдер В.В., Рачковская Л.Н., Темерев В.Л., Рот Г.З.* Способ лечения дисбактериоза и сорбент-носитель лекарственного вещества для его осуществления // Пат. РФ 2197982. 2003. Бюлл. 4.
- Петросян Э.А., Сухинин А.А., Хосроева Д.А.* К вопросу о модификации основных видов углеродных сорбентов // Эфферентная терапия. 1998. Т. 3. № 2. С. 18–25.
- Петросян Э.А., Сухинин А.А.* Повышение эффективности углеродных сорбентов // Эфферентная терапия. 1998. Т. 5. № 2. С. 41–44.
- Плеваков В.П.* Морфологические изменения пейеровой бляшки при разлитом гнойном перитоните и лечение сорбционными препаратами // Проблемы сорбционной детоксикации внутренней среды организма: Мат-лы между. симп. Новосибирск, 1995. С. 211–214.
- Плеваков В.П.* Морфофункциональная характеристика лимфатического русла брюшной полости при разлитом гнойном перитоните, его лечении с помощью лимфосорбционного дренажа // Проблемы клинической и экспериментальной лимфологии: Мат-лы между. конф. Новосибирск, 1996. С. 202–206.
- Плеваков В.П., Шумков О.А., Павлов В.В., Чертоусова В.С.* Сочетанная сорбционно-аппликационная и эндолимфатическая терапия длительно незаживающих ран // Проблемы сорбционной детоксикации внутренней среды организма: Мат-лы между. симп. Новосибирск, 1995. С. 214–215.
- Пристяжнюк И.Е., Горчаков В.Н., Мичурина С.В., Иценко И.Ю.* Лимфоидные узелки как эффекторы природных сорбентов // Проблемы сорбционной детоксикации внутренней среды организма: Мат-лы между. симп. Новосибирск, 1995. С. 217–219.
- Рачковская Л.Н.* // Углеродминеральные сорбенты для медицины. Новосибирск: СО РАСХН, 1996. 220 с.
- Рачковская Л.Н., Бгатова Н.П., Бородин Ю.И., Коненков В.И.* Протекторные свойства сорбентов, возможности применения в лимфологии // Лимфология / Новосибирск: Изд. Дом “Манускрипт”, 2012. С. 1063–1094.
- Савицкая И.В., Сидорова Т.И., Шульга А.А. и др.* Энтеросорбция в комплексном лечении ишемической

- болезни сердца и гипертонической болезни // Проблемы сорбционной детоксикации внутренней среды организма: Мат-лы междунар. симп. Новосибирск, 1995. С. 239–240.
- Тарковская И.А. Окисленный уголь. Киев: Наукова думка, 1990. 210 с.
- Тыщенко О.Г., Сидорова Т.И. Оптимизация санаторно-курортного лечения больных с патологией желудочно-кишечного тракта с использованием озонотерапии и энтеросорбции // Проблемы экспериментальной, клинической и профилактической лимфологии: Мат-лы I Сибирского съезда лимфологов с междунар. участ. Новосибирск, 2006. С. 333–334.
- Фенелонов В.Б. Пористый углерод. Новосибирск: ИК СО РАН, 1995. 500 с.
- Фенелонов В.Б. Введение в физическую химию формирования супрамолекулярной структуры адсорбентов и катализаторов. Новосибирск, 2004. 495 с.
- Хасина Э.И., Требухов Е.Е., Золотухина О.Н. Влияние альгиновой кислоты из бурой водоросли *Laminaria sichorioides* на физическую активность экспериментальных животных // Биология моря. 2001. Т. 27. № 3. С. 221–224.
- Химкина Л.Н., Пантелеева Г.А., Копытова Т.В. и др. Энтеросорбент микроцел в комплексной терапии распространенных дерматозов // Эфферентная терапия. 2003. Т. 9. № 4. С. 46–50.
- Чекалина М.В., Овсянникова Т.В. Лимфотропная коррекция эндотоксикоза при хронических воспалительных заболеваниях органов малого таза в амбулаторно-поликлинической практике // Проблемы лимфологии и интерстициального массопереноса: Мат-лы научн. конф. с междунар. участ. Новосибирск, 2004. С. 170–172.
- Чекалина М.В., Любарский М.С., Овсянникова Т.В., Соболев Б.Б. Клинические критерии СЭИ хронических ВЗОМТ при использовании сорбционно-лимфотропных методик в терапии // Проблемы экспериментальной, клинической и профилактической лимфологии: Мат-лы. I Сибирского съезда лимфологов с междунар. участ. Новосибирск, 2006. С. 353–355.
- Чикинев Ю.В., Ефремов А.В., Коробейников А.В. Эффективность применения энтеросорбентов в комплексном лечении больных рубцовыми сужениями пищевода // Проблемы лимфологии и интерстициального массопереноса: Мат-лы научн. конф. Новосибирск, 2004. Т. 10. Ч. 2. С. 183–184.
- Шилов В.В., Лим Т.Е. Экспериментальная оценка лечебной эффективности полифепана и фитомикса при интоксикации свинцом // Эфферентная терапия. 2004. Т. 10. № 2. С. 53–56.
- Энтеросгель, энтеросорбционные технологии в медицине // Сборник научных работ научно-практ. конф. / под ред. Шевченко Ю.Н. Новосибирск–Москва. 1999. 55 с.

Biological Properties of Sorbents and Their Application in Practice

Yu. I. Borodin¹, V. I. Konenkov¹, V. N. Parmon², M. S. Lyubarskii¹,
L. N. Rachkovskaya¹, N. P. Bgatova¹, A. Yu. Letyagin¹

¹Research Institute of Clinical and Experimental Lymphology, Siberian Branch, Russian Academy of Medical Sciences, Novosibirsk, Russia

²Borshchov Institute of Catalysis, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia

The results of experimental and clinical investigations of sorbents, of carbon-mineral sorbent SUMS-1, in particular, which was developed and investigated for many years at the Institute of Catalysis and at the Institute of Clinical and Experimental Lymphology, are presented. Information of existing sorption materials using in medicine and their physicochemical properties is given. The technology of sorbents application – hemosorption, enterosorption and application sorption – are described. The mechanisms of the biological action of sorbents on the basis of the presented concept of lymphatic system drainage and detoxication function and sorbents as its synergists are discussed. New properties of SUMS-1 reflecting the interaction between the sorbent and biological structures were founded. The use of SUMS-1 is shown to promote not only excretion of endo- and exotoxins; it also affects the structural organization of the lymphoid organs. This sorbent, depending on its application, can provide lymph-protecting, lymph-correcting, or lymph-stimulating effect.