 © Авторы статьи / Authors of the article

ТОКСИКОЛОГИЯ/TOXICOLOGY

DOI: https://doi.org/10.60797/BMED.2026.9.3 EDN: PJLGYL

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА АЛЬГИНАТА НАТРИЯ И ПЕКТИНА ЯБЛОЧНОГО ПРИ ЭНТЕРОСОРБЦИИ СВИНЦА

Научная статья

Сибиряков В.К.[1], Малов А.М.[2,] *, Лапина Н.В.[3]
[2] ORCID : 0000-0003-2192-3042;
[3] ORCID : 0000-0002-3418-1095;
[1, 2, 3] Научно-клинический центр токсикологии имени академика С. Н. Голикова Федерального медико-биологического агентства, Санкт-Петербург, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (malexmish[at]rambler.ru)

Предложена: 06.03.2026; Принята: 04.06.2026; Опубликована: 26.06.2026

Аннотация

В условиях подострой и хронической интоксикации крыс ацетатом свинца исследовано детоксицирующее действие препарата растительного происхождения — альгината натрия в качестве энтеросорбента.

При хронической интоксикации крыс ацетатом свинца исследовано в качестве энтеросорбента детоксицирующее действие пектина яблочного.

Оба препарата способствуют элиминации свинца и нормализации показателей порфиринового обмена — δ-аминолевуленовой кислоты и копропорфирина в моче, а также содержанию ретикулоцитов в крови. Альгинат натрия и пектин яблочный снижают содержание свинца в крови, почках и костной ткани подопытных животных.

По данным хронических экспериментов альгинат натрия как энтеросорбент демонстрирует определенные преимущества перед пектином яблочным по части детоксцирующего действия и терапевтическому эффекту, оба сорбента являются перспективными препаратами для разработки медицинских средств терапии хронического свинцового отравления.

Ключевые слова: крысы, свинец, интоксикация, альгинат натрия, пектин яблочный.

A COMPARATIVE EVALUATION OF SODIUM ALGINATE AND APPLE PECTIN IN THE ENTEROSORPTION OF LEAD

Research article

Sibiryakov V.K.[1], Malov A.M.[2,] *, Lapina N.V.[3]
[2] ORCID : 0000-0003-2192-3042;
[3] ORCID : 0000-0002-3418-1095;
[1, 2, 3] Scientific and Clinical Center of Toxicology named after Academician S. N. Golikov of the Federal Medical and Biological Agency, Saint-Petersburg, Russian Federation

* Corresponding author (malexmish[at]rambler.ru)

Suggested: 06.03.2026; Accepted: 04.06.2026; Published: 26.06.2026

Abstract

In rats with subacute and chronic lead acetate intoxication, the detoxifying effect of the plant-based sodium alginate drug, acting as an enterosorbent, was studied.

In a study of chronic lead acetate intoxication in rats, the detoxifying effect of apple pectin was examined as an enterosorbent.

Both drugs help to eliminate lead and normalise the levels of δ-aminolevulinic acid and coproporphyrin in the urine, as well as the reticulocyte count in the blood. Sodium alginate and apple pectin reduce lead levels in the blood, kidneys and bone tissue of experimental animals.

According to the results of long-term experiments, sodium alginate, as an enterosorbent, demonstrates certain advantages over apple pectin in terms of its detoxifying action and therapeutic effect; both sorbents are promising candidates for the development of medical treatments for chronic lead poisoning.

Keywords: rats, lead, intoxication, sodium alginate, apple pectin.

Введение

Свинец является самым тоннажным из приоритетных персистентных экотоксикантов, тяжелых металлов (ТМ). В течение столетий свинец входил в число наиболее используемых человеком металлов и продолжает использоваться в металлургии, электронной и электротехнической промышленности, в различных отраслях химического производства. Металл и его соединения отнесены к первому классу опасности.

Длительные контакты со свинцом приводят к развитию хронического металлотоксикоза называемого сатурнизмом, заболевания с трудно диагностируемой на первых этапах симптоматикой (Т56.0 из XIX-го класса МКБ-10) [1].

Свинец обнаруживают в различных объектах окружающей среды, предметах и продуктах обихода [2], [3]. Сложная в свинцовом отношении экологическая обстановка в ряде регионов (Свердловская, Челябинская и

 © Авторы статьи / Authors of the article

Новосибирская области, Красноярский край, города Москва и Санкт-Петербург) провоцирует развитие у людей часто не диагностируемых, скрытых хронических форм протекания заболевания.

Гораздо реже встречаются острые отравления, как результат непродолжительного воздействия на организм высоких доз свинца. Ярким примером такого отравления стало воздействие свинца при пожаре Собора Парижской Богоматери (Нотр-Дам де Пари во Франции) в 2019 году на детей, когда было зарегистрировано 16 тяжелых случаев отравления. Расплавленный свинец кровли (210 тонн) пропитал окружающую территорию до концентрации 25-50 г на килограмм грунта.

Отравление свинцом характеризуется симптомокомплексом нарушений работы ряда систем и органов — центральная и периферическая нервные системы (полинейропатия), дыхательная система, система крови (нарушение обмена порфиринов), расстройство в работе ЖКТ (колики) и эндокринной системы [4].

Основой такой полисиндромальности являются энзимопатические эффекты, наступающие вследствие изменения активности или инактивации некоторых ферментов, развитие окислительного стресса, увеличение ПОЛ, изменение в работе Na^+/K^+-АТФазы и другие молекулярно-клеточные эффекты [5].

Несмотря на полимодальную токсичность, влияние свинца на эритропоэз, образование ретикулоцитов, синтез гемма через энзимопатическую регулировку порфиринового обмена признается основным токсическим эффектом воздействия этого металла на субклеточном уровне. Ключевым ферментом этого патологического процесса является дегидратаза δ-аминолевулиновой кислоты (АЛК) — цитозольный фермент, катализирующий образование порфобилиногена. Результат ингибирования этого фермента выражается в увеличении содержания δ-аминолевулиновой кислоты в моче. Ингибирование дегидратазы АЛК приводит к увеличенному выведению копропорфирина в мочу и накоплению протопорфирина в эритроцитах, замещению ионов железа на ионы цинка в порфириновом кольце с формированием цинк-протопорфирина и в конечном итоге к утрате эритроцитом дыхательной функции [6], [7].

Свинец, попадающий в организм, оказывается сначала в плазме крови, а затем связывается с эритроцитами, в них содержится в 16 раз больше этого металла, чем в плазме. Металл вызывает не только нарушение порфиринового обмена, синтеза гема, но и тормозит анаэробный гликолиз, усиливает агрегацию форменных элементов.

Экспериментальные и клинические исследования показывают, что наиболее эффективным подходом в лечении металлотоксикозов оказывается этиоторопная терапия, элиминация из организма токсического начала — свинца. Штатными средствами экстренной терапии отравления ТМ, свинцом в том числе, считаются хелатирующие агенты — Унитиол (Дитиолпропансульфонат натрия, $C_3H_8O_3S_3$), BAL (Димеркапрол, $C_3H_8OS_2$), DMSA (Димеркаптосукциновая кислота, $C_4H_6O_4S_2$), DMPS (2,3-димеркапто-1-пропансульфоновая кислота, $C_3H_8O_3S_3$), EDTA (Этилендиамин тетрауксуная кислота). Применение средств хелатной терапии должно проводится под наблюдением медицинского персонала в условиях ЛПУ, как, например, внутримышечное или подкожное введение Унитиола.

Использование этих соединений требует большой осторожности, по сути, они являются ксенобиотиками, относятся ко 2–4-му классу опасности, обладают раздражающим, кожно-резорбтивным и тератогенным действием. У них невысокая избирательность в силу чего они способны удалять из организма некоторые эссенциальные металлы. В связи с этим широко проводятся исследования по поиску нетоксичных препаратов этиопатического свойства с мягким механизмом действия. Предполагается, что такие препараты также можно было бы использовать в качестве профилактических средств.

Эти препараты, в основном растительного происхождения, получили название энтеросорбенты, по способу их использования и механизма детоксицирующего действия. В современном понимании энтеросорбенты пестрая по своему атомарному составу и молекулярной организации группа веществ с различными сорбционными механизмами действия и различной селективностью к тому или иному ТМ, перорального способа применения.

Исследовано большое количество растений, продуктов переработки биологических материалов, синтетических веществ и минералов с целью получения из них нетоксичных сорбентов с заданными селективными свойствами. Некоторые из этих сорбентов прошли проверку временем и внесены в Государственный реестр лекарственных средств, другие остались в качестве БАДов, большая часть препаратов находится на уровне исследований. Отбор претендентов происходит по доступности сырья, селективным свойствам по отношению к тем или иным металлам, отсутствию токсического действия на организм и негативных побочных эффектов. В связи с этим большое внимание специалистов привлечено к полисахаридам, в частности к альгинатам и пектинам, давно и успешно используемым в пищевой промышленности и в качестве БАДов.

Альгинаты это производные альгиновой кислоты, получаемые большей частью из бурых водорослей. Пектины (пектаты) это производные в основном галактуроновой кислоты, входящие в состав всех растений и добываемые в основном из яблок, цитрусовых, некоторых корнеплодов и бахчевых культур. Эти вещества обладают широким спектром сорбционных свойств, антацидным, противоязвенным, иммуномоделирующим, гемостатическим и антиаллергическим действием, они улучшают моторику кишечника.

Несмотря на широкое применение альгинатов и пектинов, систематических исследований по созданию лекарственных препаратов для лечения отравлений свинцом на их основе не проведено. Важным шагом на этом пути могло бы стать изучение сорбционной способности этих препаратов в условиях in vivo, а также изучение влияния альгината и пектина на некоторые показатели такого важного для этого типа отравления процесса как эритропоэз.

Целью настоящего исследования стало:

– изучение динамики выведения свинца из организма крыс при их интоксикации ацетатом свинца, а также накопление этого металла в крови, почках и костной ткани;

– изучение сорбционной способности по отношению к свинцу альгината натрия (АН) в условиях подострой и хронической интоксикации и пектина яблочного (ПЯ) при хронической интоксикации;

 © Авторы статьи / Authors of the article

– определение содержания ретикулоцитов в крови, метаболитов порфиринового обмена – δ-аминолевулиновой кислоты и копропорфирина в моче при интоксикации крыс свинцом и ее коррекции энтеросрбентами;

– сравнение альгината натрия и пектина яблочного как энтеросорбентов при хронической интоксикации крыс свинцом.

Методы и принципы исследования

Работа выполнена на белых беспородных крысах исходной массой 180–200 г., выращенных в Федеральном государственном унитарном предприятии «Питомник лабораторных животных «Рапполово» Национального исследовательского центра «Курчатовский институт» в Ленинградской области.

Эстральный цикл у самок влияет на их поведение, отражается на их биохимических и физиологических показателях. Для получения более однородных и стабильных результатов, особенно в длительных экспериментах, предпочтение было отдано самцам.

При содержании животных применяли питьевую водопроводную воду и комбикорм рецепта № ПК-120-2сх_1148.

С животным обращались в соответствии с требованиями ГОСТ 33044-2014 от 01.08.2015 — «Принципы надлежащей лабораторной практики». Исследование выполнено с соблюдением правил биоэтики, утвержденных в Директиве 2010/63/EU Европейского парламента и Совета Европейского союза по охране животных, используемых в научных целях, защите позвоночных животных, используемых для экспериментальных и других целей. Работа одобрена на заседании биоэтического комитета ФГБУ НКЦТ им. С.Н. Голикова ФМБА России (Протокол № 2.Х-21 от 28.03. 21).

В каждой из экспериментальных групп было по 12 животных и каждая точка на графиках соответствует усредненным значениям соответствующих показателей, полученных от 12-ти животных. Интоксикация крыс свинцом достигалась путем внутрижелудочного введения атравматическим зондом водного раствора ацетата свинца $Pb(CH_3COO)_2 \cdot 3H_2O$ квалификации «чда» в течение 5 дней в неделю.

В те же сроки животным атравматическим зондом внутрижелудочно вводили альгинат натрия (АН) медицинский по ВФС 42-1680-87 в виде водной суспензии. При выборе дозы АН в подостром эксперименте исходили из стехиометрического соотношения сорбат/сорбент — 1:1, ориентируясь на молекулярные массы того и другого, т.е. 1:10; для достижения минимального детоксицирующего эффекта учитывали рекомендуемое в литературе соотношение экотоксикант/энтеросорбент — 1:10 [8].

Принимая во внимание актуальность проблемы хронической интоксикации свинцом и поиска соответствующих терапевтических средств, был также испытан на детоксицирующую способность при свинцовой хронической интоксикации препарат пектинового ряда — пектин яблочный (ПЯ) марки AU-701 (Германия) [9]. Энтеросорбент вводили энтерально в виде 5% водной суспензии по 5 мл/кг.

Биохимические и гематологические показатели у животных определяли с помощью известных методов [10], [11]. Содержание свинца в биосредах изучали методом потенциометрического инверсионного анализа (йон-сканирующая система ISS-820 «Radiometer») и спектрометрически на анализаторе МГА-915 [12], [13]. В работе использован стандартный образец состава крови содержащей свинец ГСО 9104-2008.

Динамика элиминации свинца построена на основе суточных заборов мочи и кала. Статистическая обработка данных выполнена с использованием прикладных программ ОС Windows 10.

Результаты и обсуждение

3.1. Подострая интоксикация свинцом. Альгинат натрия

Интоксикацию крыс свинцом осуществляли путем в/ж введения водного раствора ацетата в суточной дозе 34,1 мг/кг (в пересчете на катион свинца) при LD_{50} 4665 мг/кг для крыс перорально; АН вводили в дозе 340 мг/кг в виде водной суспензии. Свинец и сорбент крысы получали в течение первых четырех недель эксперимента. Рисунок 1 представляет данные об интестинальном выведении свинца в течение четырех недель эксперимента.

 © Авторы статьи / Authors of the article

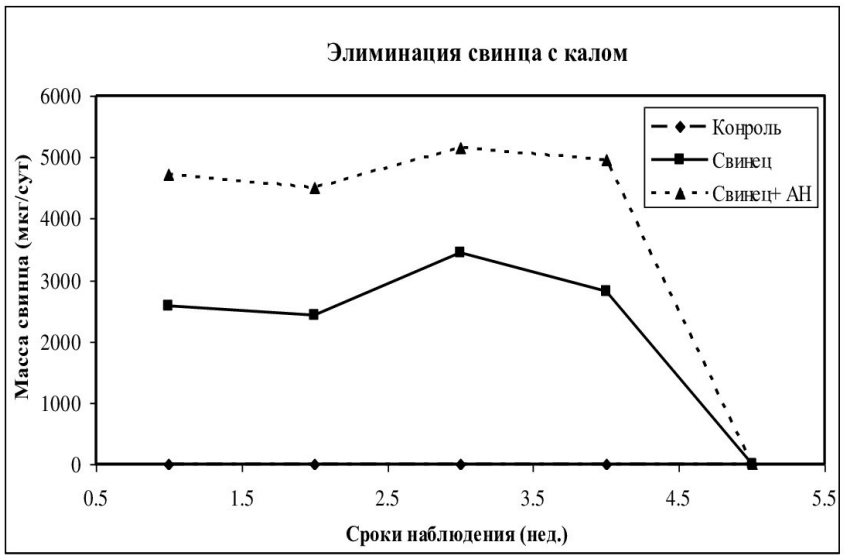

Рисунок 1 - Динамика интестинальной элиминации свинца в подостром эксперименте с использованием АН
DOI: https://doi.org/10.60797/BMED.2026.9.3.1

Применение энтеросорбента примерно вдвое увеличивает выведение свинца из организма на протяжении почти всего периода наблюдения. По завершению интоксикации в четвертую неделю, в конце пятой недели зафиксировано прекращение выделения свинца.

На рисунке 2 представлена динамика ренальной элиминации свинца. Принципиально картина не отличается от рисунка 1, за исключением того, что через почки свинца выводится на два порядка меньше. В данном случае АН также способствует выведению свинца из организма.

 © Авторы статьи / Authors of the article

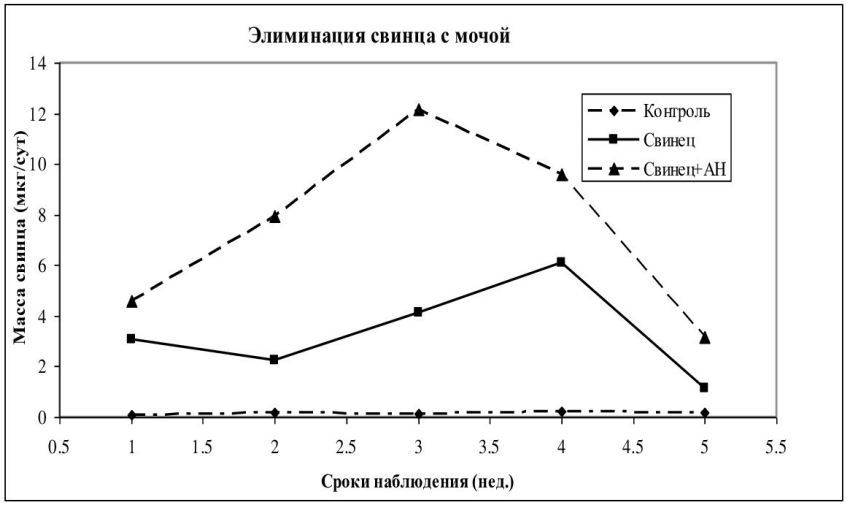

Рисунок 2 - Динамика ренальной элиминации свинца в подостром эксперименте с использованием АН
DOI: https://doi.org/10.60797/BMED.2026.9.3.16

Рисунок 3 - Динамика изменения концентрации АЛК в крови в подостром эксперименте с использованием АН
DOI: https://doi.org/10.60797/BMED.2026.9.3.17

В то же время, как свидетельствует рисунок 4, АН достоверно уменьшал содержание копропорфирина (КП) в моче, на фоне увеличения его содержания, вызванного интоксикацией свинцом.

Отравление отразилось на эритропоэзе; свинец многократно (рис. 5) увеличил содержание ретикулоцитов в крови. Применение АН, в среднем, в два раза уменьшило долю незрелых эритроцитов.

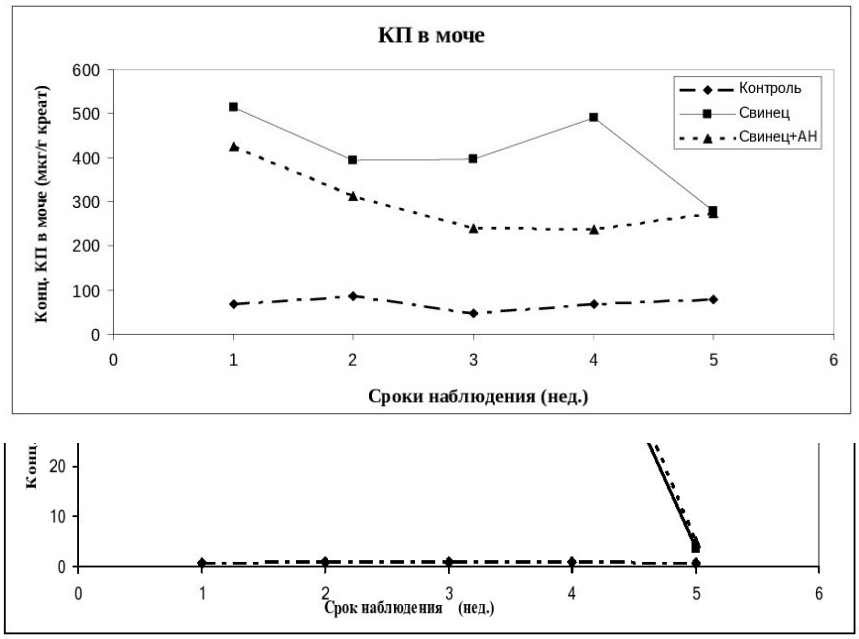

Рисунок 4 - Динамика изменения КП в моче в подостром эксперименте с использованием АН
DOI: https://doi.org/10.60797/BMED.2026.9.3.4

 © Авторы статьи / Authors of the article

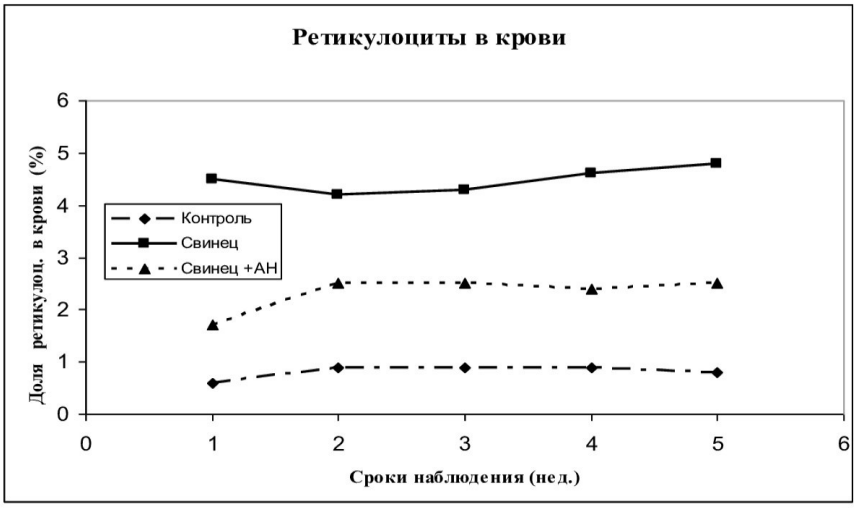

Рисунок 5 - Динамика изменения содержания ретикулоцитов в крови в подостром эксперименте с использованием АН

DOI: https://doi.org/10.60797/BMED.2026.9.3.5

До конца наблюдения, 5 недель, доля ретикулоцитов в крови от интоксикации свинцом продолжает оставаться увеличенной примерно в пять раз против нормы. Применение АН уменьшает это отличие примерно вдвое.

Данные анализов показывают, что в течение четырех недель эксперимента произошло более чем в тридцатикратное увеличение содержания свинца в крови, почках и костной ткани крыс; применение АН примерно в два раза уменьшило содержание свинца в этих биосредах (табл. 1).

В целом, можно констатировать, что применение АН позитивно отражается на всех опробованных показателях при подострой интоксикации крыс свинцом.

Таблица 1 - Содержание свинца в крови, почках и костной ткани крыс по окончании эксперимента по подострой интоксикации свинцом с АН

DOI: https://doi.org/10.60797/BMED.2026.9.3.6

Условия эксперимента	Биосреды		
	Кровь (мкг/дм^3)	Почки (мкг/г)	Костная ткань (мкг/г)
Контроль	30 ± 10	0,85 ± 0,12	0,93 ± 0,43
Свинец	990 ± 120	34,25± 4,69	32,8 ± 3,99
Свинец+АН	480 ± 40¨	25,4 ± 3,60	16,2 ± 1,75¨

Примечание: ¨ – отличия с соответствующими значениями достоверны, P < 0,05

3.2. Хроническая интоксикация. Альгинат натрия

Интоксикация свинцом создавалась путем внутрижелудочного введения водного раствора ацетата свинца 5 дней в неделю в течение 15 недель в дозе 0,3 мг/кг в пересчете на катион свинца [14]. В те же сроки животным другой группы внутрижелудочно вводили АН натрия в виде водной суспензии. На стадии предварительных экспериментов было исследовано детоксицирующее действие нескольких доз АН и установлено, что доза 250 мг/кг оптимальна для получения детоксикационного и терапевтического действия сорбента.

 © Авторы статьи / Authors of the article

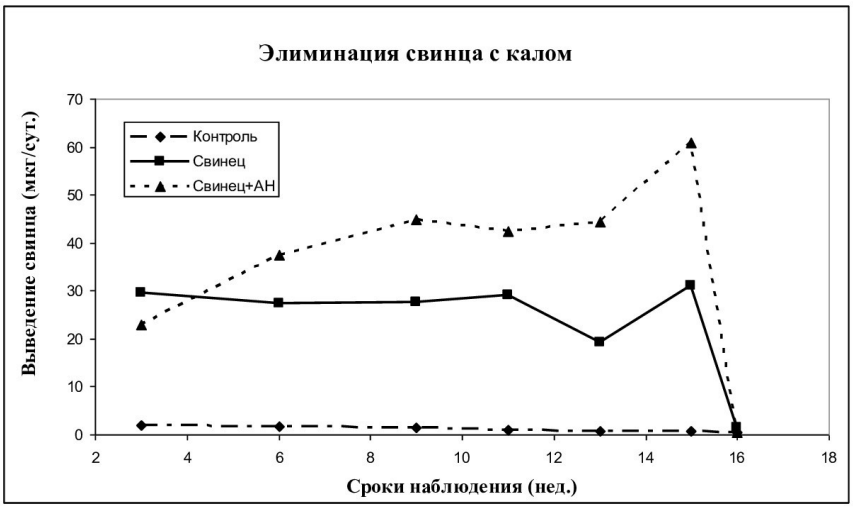

Рисунок 6 - Динамика интестинальной элиминации свинца в хроническом эксперименте с использованием АН
DOI: https://doi.org/10.60797/BMED.2026.9.3.7

Принципиально динамика интестинальной элиминации свинца и влияние на нее АН в случае хронической интоксикции (рис. 6) не отличается от таковой при подострой интоксикации (рис. 1); стократное уменьшение дозы свинца привело к сокращению элиминации металла примерно на два порядка. АН демонстрирует свою эффективность так же, как и при подострой интоксикации (рис. 1), при дозе в полтора меньшей сорбент в полтора раза увеличивает по массе выведение свинца с калом.

Выделение свинца с мочой было столь незначительным, что ни свинцовая интоксикация, ни применение АН не продемонстрировали своего влияния на этот процесс.

Сравнивая подострую и хроническую интоксикацию (рис. 3 и 7) в отношении АЛК, следует отметить, что стократное уменьшение дозы свинца снизило концентрацию АЛК в моче только на порядок; при этом изменилась динамика процесса — увеличенная концентрация АЛК наблюдается и по окончании процесса интоксикации, т.е. после 15-й недели. Применение сорбента практически нормализует содержание АЛК с первых дней эксперимента.

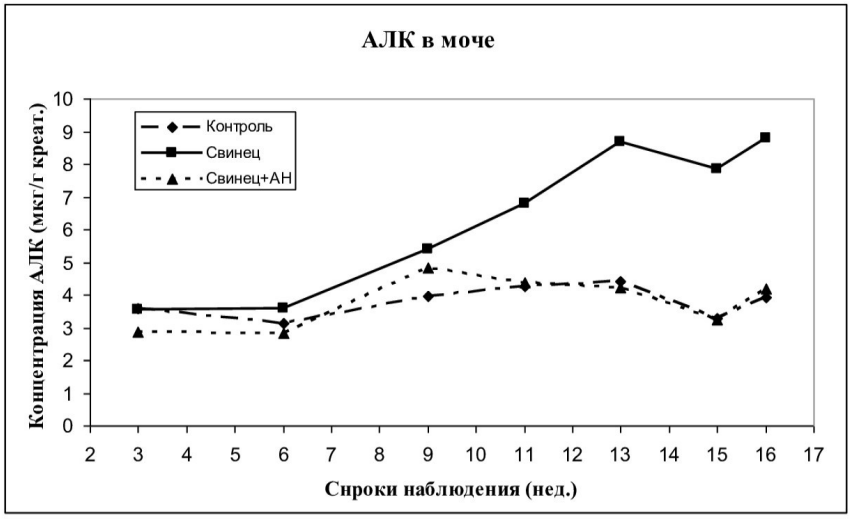

Рисунок 7 - Динамика изменения концентрации АЛК в моче в хроническом эксперименте с использованием АН
DOI: https://doi.org/10.60797/BMED.2026.9.3.8

Динамика изменения содержания КП в моче (рис. 8) повторяет таковую для АЛК (рис. 7), в том числе повторяется характер действия сорбента, он нормализует концентрацию КП на протяжении всего периода наблюдения, хотя стократное снижение дозы (по сравнению с подострым экспериментом, рис. 4) приводит лишь к пятикратному снижению концентрации КП в моче.

 © Авторы статьи / Authors of the article

При хронической интоксикации (рис. 9), при дозе свинца 0,3 мг/кг, АН снижет содержание ретикулоцитов в крови примерно вдвое. При этом ни характер динамики, ни абсолютные значения почти не изменились по сравнению с подострой интоксикацией, доза свинца 34,1 мг/кг (рис. 5).

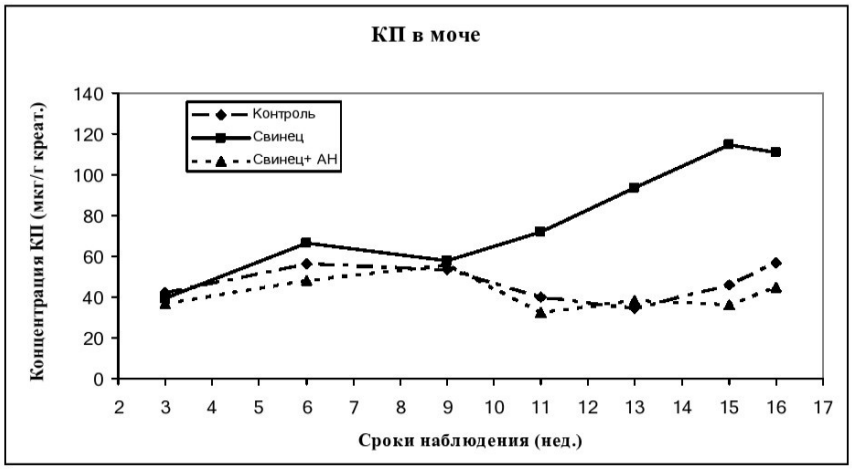

Рисунок 8 - Динамика изменения КП в моче в хроническом эксперименте с использованием АН
DOI: https://doi.org/10.60797/BMED.2026.9.3.9

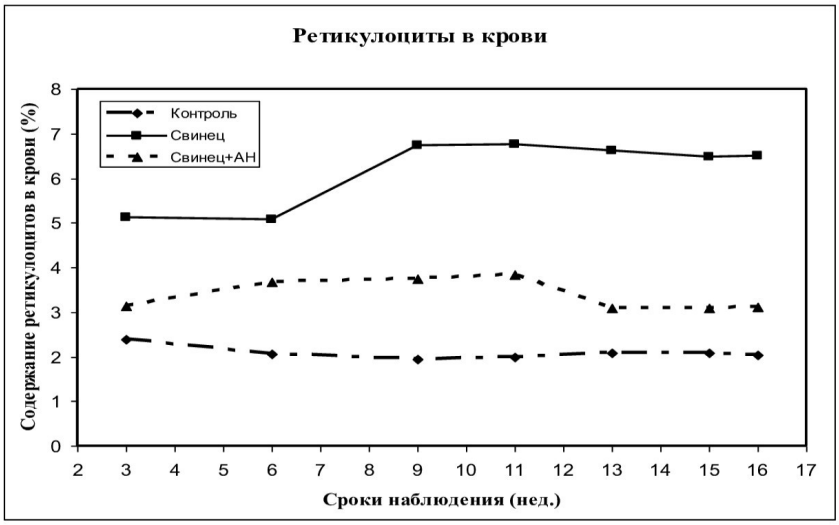

Рисунок 9 - Динамика изменения содержания ретикулоцитов в крови в хроническом эксперименте с использованием АН
DOI: https://doi.org/10.60797/BMED.2026.9.3.10

По окончании эксперимента бы произведен анализ содержания свинца в крови, почках и костной ткани, который показал примерно трехкратное против контроля содержание свинца, причем наибольшее накопление произошло в костной ткани (табл. 2). Применение АН приводило содержание свинца в исследованных структурах практически к контрольным значениям.

 © Авторы статьи / Authors of the article

Таблица 2 - Содержание свинца в крови, почках и костной ткани крыс по окончании хронического эксперимента с АН

DOI: https://doi.org/10.60797/BMED.2026.9.3.11

Условия эксперимента	Биосреды		
	Кровь (мкг/дм^3)	Почки (мкг/г)	Костная ткань (мкг/г)
Контроль	30 ± 4	0,33 ± 0,0 9	0,43 ± 0,16
Свинец	§108 ± 19	§0,74 ±0,06	§2,06 ± 0,37
Свинец+АН	36 ± 5¨	0,37 ± 0,07	0,70 ± 0,07¨

Примечание: ¨, § – отличия с соответствующими значениями достоверны, P < 0,05

3.3. Хроническая интоксикация. Пектин яблочный

Интоксикация свинцом создавалась путем внутрижелудочного введения водного раствора ацетата свинца 5 дней в неделю в течение 15 недель в дозе 0,3 мг/кг в пересчете на катион свинца. В те же сроки животным опытной группы внутрижелудочно вводили пектин яблочный (ПЯ) в виде водной суспензии в дозе 250 мг/кг.

Интестинальная элиминация свинца (рис. 10) ни по динамике, ни по абсолютным значениям мало отличалась от таковой предыдущей серии экспериментов с альгинатом натрия (рис. 6).

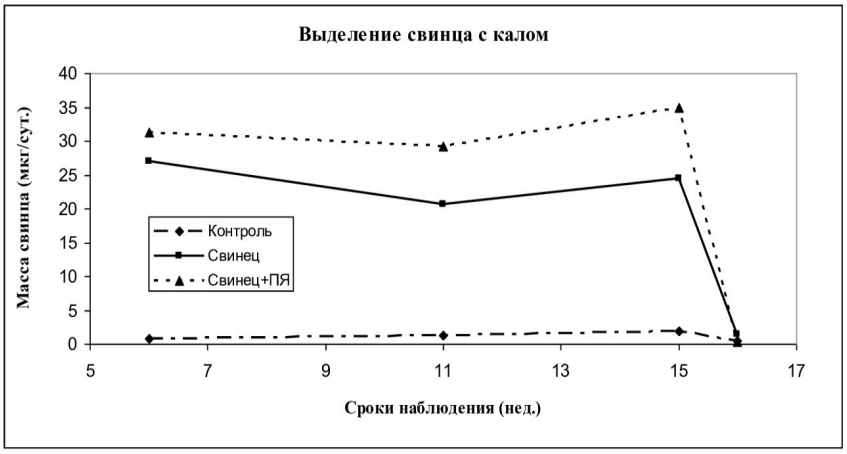

Рисунок 10 - Динамика интестинальной элиминации свинца в хроническом эксперименте с использованием ПЯ

DOI: https://doi.org/10.60797/BMED.2026.9.3.12

Пектин яблочный примерно на треть увеличивает выведение свинца через ЖКТ. Масса ренального выведение свинца составила примерно 1,5% от массы свинца, выделяемой интестинально; ни увеличения выделения свинца, ни влияния на этот процесс ПЯ обнаружить не удалось.

ПЯ снижал примерно на 25% содержания АЛК в моче пропорционально соответствующим опытным значениям со свинцом (рис. 11).

 © Авторы статьи / Authors of the article

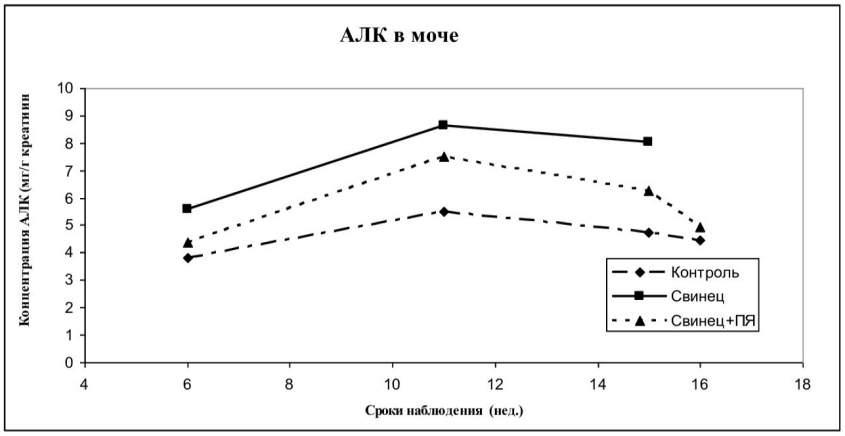

Рисунок 11 - Динамика изменения концентрации АЛК в моче в ходе хронического эксперимента с использованием ПЯ

DOI: https://doi.org/10.60797/BMED.2026.9.3.13

Динамика процесса на рисунке 11 значительно отличается от таковой на рисунке 7, ПЯ и АН по-разному влияют на изменение концентрации АЛК в моче, вызванную интоксикацией свинцом. Альгинат натрия почти с первых шагов эксперимента доводит концентрацию АЛК в моче до контрольного уровня, тогда как ПЯ лишь снижает ее.

Подобным образом, увеличенные интоксикацией свинцом, концентрация КП и доля ретикулоцитов от приема ПЯ уменьшаются на 50% на всем протяжении эксперимента, но контрольных значения не достигают.

Таблица 3 - Содержание свинца в крови, почках и костной ткани крыс по окончании хронического эксперимента с ПЯ

DOI: https://doi.org/10.60797/BMED.2026.9.3.14

Условия эксперимента	Биосреды		
	Кровь (мкг/дм^3)	Почки (мкг/г)	Костная ткань (мкг/г)
Контроль	46 ± 6	0,35 ± 0,08	0,34 ± 0,09
Свинец	§155 ± 25	§0,63 ±0,16	§1,24 ± 0,20
Свинец+ПЯ	§82 ± 9¨	0,61 ± 0,13	0,70 ± 0,02

Примечание: § отличия достоверны с соответствующими значениями при P < 0,05

ПЯ препятствует накоплению свинца в крови и костной ткани, не влияя на содержание металла в почках (табл. 3); этим пектин яблочный сильно отличается от действия альгината натрия, который восстанавливает исследованные показатели до контрольного уровня (табл. 2).

Заключение

Энтеральное введение АН крысам в дозе 340 мг/кг в условиях подострого отравления свинцом усиливает выведение токсиканта из организма животных с калом и мочой, снижает его накопление в крови, почках и костной ткани, ослабляет степень выраженности признаков интоксикации.

АН в дозе 250 мг/кг в условиях хронического эксперимента способствует усилению выведения катионов свинца с калом, предупреждает развитие характерных для сатурнизма нарушений порфиринового обмена и препятствует депонированию металла в крови, почках и костной ткани.

ПЯ при энтеральном введении в дозе 250 мг/кг в условиях хронического эксперимента интоксикации свинцом демонстрирует некоторые детоксицирующие свойства, проявляющиеся в незначительном усилении элиминации свинца с калом и некоторой нормализации показателей порфиринового обмена.

Ренальная элиминация свинца несопоставимо меньше, чем интестинальная.

Сопоставление по сорбционной емкости и детоксицирующей эффективности альгината натрия и пектина яблочного в условиях хронической интоксикации крыс ацетатом свинца свидетельствует о некотором преимуществе альгината натрия. Несмотря на это, оба сорбента имеют достаточную перспективу быть примененными при терапии свинцовых отравлений.

 © Авторы статьи / Authors of the article

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Котляр Н.Н. Клинико-токсикологическая характеристика свинца и его соединений / Н.Н. Котляр, Л.В. Котельникова, Н.А. Долгушина // Медицинские новости. — 2013 — № 1. — С. 20–25.

2. Яхнин Э.Я. Мониторинг загрязнения снежного покрова в районе аккумуляторного завода (С.-Петербург) / Э.Я. Яхнин, О.В. Томилина, М.К. Бетхатова [и др.] // Мониторинг. — 1998. — № 2. — С. 23–26.

3. Доклад о свинцовом загрязнении окружающей среды Российской Федерации и его влиянии на здоровье населения / РЭФИА. — Москва, 1997. — 48 с.

4. Toxicological profile for lead / Agency for Toxic Substances and Disease Registry USA. — 2020. — DOI: 10.15620/cdc:95222.

5. Дзугкоев С.Г. Анализ механизмов токсичности свинца и их патогенетическая коррекция / С.Г. Дзугкоев, Ф.С. Дзугкоева, О.И. Маргиева // Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова. — 2022. — Т. 108. — № 5. — С. 626–635.

6. Ahamed M. Environmental exposure to lead and its correlation with biochemical indices in children / M. Ahamed, S. Verma, A. Kumar [et al.] // Sci Total Environ. — 2005. — Vol. 346. — P. 48–55.

7. Patrick L. Lead toxicity part II: the role of free radical damage and the use of antioxidants in the pathology and treatment of lead toxicity / L. Patrick // Altern Med Rev. — 2006. — Vol. 11. — № 2.— P. 114–127.

8. Саидова Р.С. Сорбционная активность пектиновых полисахаридов к ионам двухвалентных металлов: дис. ... канд. техн. наук : 02.00.04 / Р.С. Саидова. — Душанбе, 2021. — 124 с.

9. Дэвис Дж.М. Современные вопросы нормирования воздействия свинца на человека / Дж.М. Дэвис, Р.У. Элиас, Л.Д. Грант; под ред. С.П. Нечипоренко // Свинец и здоровье детей: диагностика, лечение, профилактика. — Санкт-Петербург : Каро, 1999. — С. 26–35.

10. Лабораторные методы исследования в клинике : справочник / под ред. В.В. Меньшикова. — Москва : Медицина, 1987. — 368 с.

11. Люблина А.Я. Клинические лабораторные методы исследования / А.Я. Люблина, Л.П. Ильичева, С.А. Петросова. — Москва : Медицина, 1984. — 288 с.

12. Муковский Л.А. Клиническая эффективность энтеросорбции при токсическом действии свинца у детей / Л.А. Муковский, В.К. Сибиряков, Т.И. Бурцева [и др.] // Свинец и здоровье детей: диагностика, лечение, профилактика. — Санкт-Петербург : Каро, 1999. — С. 75–76.

13. Фомина О.С. Использование метода инверсионной вольтамперометрии для определения содержания свинца в биопробах / О.С. Фомина, Р.К. Глушков, В.К. Сибиряков [и др.] // Свинец и здоровье детей: диагностика, лечение, профилактика. — Санкт-Петербург : Каро, 1999. — С. 75–76.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Kotlyar N.N. Kliniko-toksikologicheskaya kharakteristika svintsa i yego soedinenii [Clinical and toxicological characteristics of lead and its compounds] / N.N. Kotlyar, L.V. Kotelnikova, N.A. Dolgushina // Meditsinskie novosti [Medical News]. — 2013 — № 1. — P. 20–25. [in Russian]

2. Yakhnin E.Ya. Monitoring zagryazneniya snezhnogo pokrova v raione akkumulyatornogo zavoda (S.-Peterburg) [Monitoring of snow cover pollution in the vicinity of the battery factory (St Petersburg)] / E.Ya. Yakhnin, O.V. Tomilina, M.K. Betkhatova [et al.] // Monitoring [Monitoring]. — 1998. — № 2. — P. 23–26. [in Russian]

3. Doklad o svintsovom zagryaznenii okruzhayushchei sredi Rossiiskoi Federatsii i yego vliyanii na zdorove naseleniya [Report on lead pollution in the Russian Federation and its impact on public health] / REFIA. — Moscow, 1997. — 48 p. [in Russian]

4. Toxicological profile for lead / Agency for Toxic Substances and Disease Registry USA. — 2020. — DOI: 10.15620/cdc:95222.

5. Dzugkoev S.G. Analiz mekhanizmov toksichnosti svintsa i ikh patogeneticheskaya korrektsiya [Analysis of the mechanisms of lead toxicity and their pathogenetic correction] / S.G. Dzugkoev, F.S. Dzugkoeva, O.I. Margieva // Rossiiskii fiziologicheskii zhurnal im. I.M. Sechenova [I.M. Sechenov Russian Journal of Physiology]. — 2022. — Vol. 108. — № 5. — P. 626–635. [in Russian]

6. Ahamed M. Environmental exposure to lead and its correlation with biochemical indices in children / M. Ahamed, S. Verma, A. Kumar [et al.] // Sci Total Environ. — 2005. — Vol. 346. — P. 48–55.

7. Patrick L. Lead toxicity part II: the role of free radical damage and the use of antioxidants in the pathology and treatment of lead toxicity / L. Patrick // Altern Med Rev. — 2006. — Vol. 11. — № 2.— P. 114–127.

8. Saidova R.S. Sorbtsionnaya aktivnost pektinovikh polisakharidov k ionam dvukhvalentnikh metallov [The sorption activity of pectin polysaccharides towards divalent metal ions] : dis. ... of PhD in Engineering : 02.00.04 / R.S. Saidova. — Dushanbe, 2021. — 124 p. [in Russian]

 © Авторы статьи / Authors of the article

9. Devis Dzh.M. Sovremennie voprosi normirovaniya vozdeistviya svintsa na cheloveka [Current Issues in the Regulation of Lead Exposure in Humans] / Dzh.M. Devis, R.U. Elias, L.D. Grant; edited by S.P. Nechiporenko // Svinets i zdorove detei: diagnostika, lechenie, profilaktika [Lead and Children's Health: Diagnosis, Treatment, Prevention]. — Saint Petersburg : Karo, 1999. — P. 26–35. [in Russian]

10. Laboratornie metodi issledovaniya v klinike: Spravochnik [Laboratory Diagnostic Methods in Clinical Practice] : handbook / edited by V.V. Menshikov. — Moscow : Meditsina, 1987. — 368 p. [in Russian]

11. Lyublina A.Ya. Klinicheskie laboratornie metodi issledovaniya [Clinical laboratory diagnostic methods] / A.Ya. Lyublina, L.P. Ilicheva, S.A. Petrosova. — Moscow : Meditsina, 1984. — 288 p. [in Russian]

12. Mukovskii L.A. Klinicheskaya effektivnost enterosorbtsii pri toksicheskom deistvii svintsa u detei [The clinical efficacy of enterosorption in cases of lead poisoning in children] / L.A. Mukovskii, V.K. Sibiryakov, T.I. Burtseva [et al.] // Svinets i zdorove detei: diagnostika, lechenie, profilaktika [Lead and children's health: diagnosis, treatment, prevention]. — Saint Petersburg : Karo, 1999. — P. 75–76. [in Russian]

13. Fomina O.S. Ispolzovanie metoda inversionnoi voltamperometrii dlya opredeleniya soderzhaniya svintsa v bioprobakh [The use of the inversion voltammetry method to determine lead levels in biological samples] / O.S. Fomina, R.K. Glushkov, V.K. Sibiryakov [et al.] // Svinets i zdorove detei: diagnostika, lechenie, profilaktika [Lead and children's health: diagnosis, treatment, prevention]. — Saint Petersburg : Karo, 1999. — P. 75–76. [in Russian]