

Научная статья/Research Article

УДК 616.36:636.8

DOI: 10.36718/1819-4036-2025-5-212-220

Вюсал Мамали оглы Яралиев¹, Николай Александрович Пудовкин^{2✉},

Наталья Ивановна Захаркина³

^{1,2,3}Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии им. Н.И. Вавилова, Саратов, Россия

³Астраханский государственный университет им. В.Н. Татищева, Астрахань, Россия

¹vyusal.yaraliyev.98@mail.ru

²niko-pudovkin@yandex.ru

³veterinaria-2011@mail.ru

ОСОБЕННОСТИ АМИНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА СЫВОРОТКИ КРОВИ КОШЕК, БОЛЬНЫХ НЕИНФЕКЦИОННЫМ ГЕПАТИТОМ

Цель исследования – изучить изменения аминокислотного состава сыворотки крови кошек, больных неинфекционным гепатитом. Исследование проводили на кошках по принципу аналогов по 6 животных в каждой группе. Диагноз гепатит ставили на основании результатов клинических и лабораторных методов исследования кошек. Первая группа животных служила контролем (здоровые). Вторая группа – животные до лечения (больные). Третья и четвертая группа животных – после лечения. Третьей группе проводили лечение по следующей схеме: «Эссенцеале» (0,5 мл), витамин В₆ (1 мл), «Энроксил» (0,49 мл, 7 дней), «Гептрал» (1,2 мл, 7 дней), «Омез» (0,49 мл, 7 дней), «Фамотидин» (1,2 мл, 3 дня), «Папаверин» и «Мариопиталь» (0,49 мл, 3 дня). Четвертой группе дополнительно вводили «Витаселцин ТМ», однократно, в дозе 0,15 мл/кг массы тела. Кровь для исследования брали на 10-е сут. У больных животных установлено достоверное снижение триптофана, лизина, валина, аспаргиновой кислоты, глутаминовой кислоты и орнитина, но произошло повышение метионина и фенилаланина. После лечения содержание аминокислот в сыворотке крови возвращается к уровню здоровых животных (контролю). У животных четвертой группы произошло достоверное повышение аминокислот: валина – на 19,0 %, триптофана – на 14,8; аспаргиновой кислоты – на 18,6; аланина – на 12,4; орнитина – на 18,4 % относительно первоначального уровня (второй группы животных). К уровню содержания аминокислот в сыворотке крови контрольных животных вернулись фенилаланин, метионин, глутаминовая кислота, тирозин, глутамин. Коэффициент Фишера у контрольных животных находился в пределах нормы (2,16). У животных второй группы установлен самый низкий показатель – 1,46, что говорит о поражении печени. После лечения у животных третьей и четвертой групп искомый показатель возвращался к уровню здоровых животных.

Ключевые слова: кошки, аминокислоты, гепатит, сыворотка крови, печень кошек, цинк, селен, коэффициент Фишера

Для цитирования: Яралиев В.М., Пудовкин Н.А., Захаркина Н.И. Особенности аминокислотного состава сыворотки крови кошек, больных неинфекционным гепатитом // Вестник КрасГАУ. 2025. № 5. С. 212–220. DOI: 10.36718/1819-4036-2025-5-212-220.

Vusal Mamali ogly Yaraliyev¹, Nikolai Alexandrovich Pudovkin^{2✉}, Natalia Ivanovna Zakharkina³

^{1,2,3}Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

³Astrakhan State University named after V.N. Tatishchev, Astrakhan, Russia

¹vyusal.yaraliyev.98@mail.ru

²niko-pudovkin@yandex.ru

³veterinaria-2011@mail.ru

FEATURES OF THE BLOOD SERUM AMINO ACID COMPOSITION OF CATS WITH NON-INFECTIOUS HEPATITIS

The aim of the study is to investigate changes in the amino acid composition of the blood serum of cats with non-infectious hepatitis. The study was conducted on cats using the analogue principle, with 6 animals in each group. The diagnosis of hepatitis was based on the results of clinical and laboratory examination of cats. The first group of animals served as a control (healthy). The second group included animals before treatment (sick). The third and fourth groups of animals – after treatment. The third group was treated according to the following scheme: Essentiale (0.5 ml), vitamin B₆ (1 ml), Enroxil (0.49 ml, 7 days), Heptral (1.2 ml, 7 days), Omez (0.49 ml, 7 days), Famotidine (1.2 ml, 3 days), Papaverine and Mariopital (0.49 ml, 3 days). The fourth group was additionally administered Vitaselcin TM, once, at a dose of 0.15 ml/kg of body weight. Blood for the study was taken on the 10th day. In sick animals, a reliable decrease in tryptophan, lysine, valine, aspartic acid, glutamic acid and ornithine was found, but an increase in methionine and phenylalanine occurred. After treatment, the amino acid content in the blood serum returned to the level of healthy animals (control). In animals of the fourth group, there was a reliable increase in amino acids: valine – by 19.0 %; tryptophan – by 14.8; aspartic acid – by 18.6; alanine – by 12.4; ornithine – by 18.4 % relative to the initial level (the second group of animals). Phenylalanine, methionine, glutamic acid, tyrosine, glutamine returned to the level of amino acids in the blood serum of control animals. Fisher's coefficient in control animals was within the normal range (2.16). In animals of the second group, the lowest value was established – 1.46, which indicates liver damage. After treatment, in animals of the third and fourth groups, the desired indicator returned to the level of healthy animals.

Keywords: cats, amino acids, hepatitis, blood serum, cat liver, zinc, selenium, Fisher's coefficient

For citation: Yaraliyev VM, Pudovkin NA, Zakharkina NI. Features of the blood serum amino acid composition of cats with non-infectious hepatitis. *Bulletin of KSAU*. 2025;(5):212-220. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2025-5-212-220.

Введение. Печень является вторым по величине органом в организме, имеет больше биохимических функций, чем любой другой орган тела, состоит в основном из гепатоцитов, синусоидальных клеток и желчного эпителия [1].

Гепатоциты составляют примерно 60 % печеночной паренхимы с синусоидальными эндотелиальными клетками, печеночными звездчатыми клетками (называемыми клетками Ито), клетками Купфера, связанными с печенью, и лимфоцитами. Сближение желобообразных полуканалов на смежных поверхностях соседних гепатоцитов образует межклеточное пространство, называемое канальцем, которое является началом гепатобилиарной системы. Печеночная артерия и воротная вена являются двумя источниками крови печени, которые составляют

почти 20 и 80 % соответственно от общего кровотока, который смешивается при попадании в синусоиды [2].

Печень выполняет около 1500 основных биохимических функций. Она функционирует в сотнях разнообразных метаболических активностей, включая синтез плазменных белков, катаболизм и хранение синтеза углеводов, деградацию липидов, детоксикацию и выведение многих токсичных агентов, образование и выведение желчи [3].

Печень является важным органом для синтеза белка, его деградации и детоксикации, а также для метаболизма аминокислот [4]. В печени в большом количестве присутствуют заменимые аминокислоты, такие как аланин, аспартат, глю-

тама, глицин и серин, и незаменимые аминокислоты, такие как гистидин и треонин [5].

Нарушение регуляции аминокислот является важным фактором прогрессирования заболеваний печени. В частности, изменения в метаболизме аминокислот может специфически влиять на статус гепатоцитов и системный метаболизм организма с заболеваниями печени. Обильный запас аминокислот имеет решающее значение для поддержания способности клеток печени к пролиферации. Помимо их прямой роли в качестве субстратов для синтеза белка, они могут играть роль в производстве энергии, управляя синтезом нуклеозидов и поддерживая клеточный окислительно-восстановительный гомеостаз. Следовательно, очень важно получить более глубокое понимание патогенеза различных заболеваний печени с точки зрения метаболизма аминокислот, чтобы впоследствии обнаружить новые биомаркеры и разрабатывать стратегии лечения.

Цель исследования – изучить изменения аминокислотного состава сыворотки крови кошек, больных неинфекционным гепатитом.

Задачи: установление взаимосвязи между концентрацией цинка и селена в сыворотке крови и их влияние на аминокислотный состав сыворотки крови при воспалении печени неинфекционного генеза.

Объекты и методы. Исследование проводилось на базе ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет им. В.Н. Татищева», ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии им. Н.И. Вавилова», а также ветеринарной клиники «Любимые питомцы», в 2024–2025 гг.

Исследования проводили на кошках по принципу аналогов. Диагноз на неинфекционный гепатит ставили на основании клинического осмотра животных, биохимического анализа крови, общего анализа крови, анализа мочи, ультразвукового исследования брюшной полости или компьютерной томографии.

Первая группа животных служила контролем (здоровые). Вторая группа – животные до лечения (больные). Третья и четвертая группы животных – после лечения.

Третьей группе проводили лечение по следующей схеме: эссенцеале (0,5 мл), витамин В₆ (1 мл), Энроксил (0,49 мл, 7 дней), Гептрал (1,2 мл, 7 дней), Омез (0,49 мл, 7 дней), Фамо-

тидин (1,2 мл, 3 дня), Папаверин и Мариопиталь (0,49 мл, 3 дня).

Четвертой группе проводили лечение по следующей схеме: эссенцеале (0,5 мл), витамин В₆ (1 мл), Энроксил (0,49 мл, 7 дней), Гептрал (1,2 мл, 7 дней), Омез (0,49 мл, 7 дней), Фамотидин (1,2 мл, 3 дня), Папаверин и Мариопиталь (0,49 мл, 3 дня). Дополнительно вводили Витаселцин ТМ, однократно, в дозе 0,15 мл/кг массы тела.

Кровь для исследования брали на 10-е сутки. Образец крови (1–2 мл) был получен от каждой кошки в пробирки для крови с литий-гепарином, затем пробирки были осторожно перевернуты несколько раз. Образцы крови центрифугировали в течение 1 часа после сбора. После центрифугирования плазму немедленно собирали и помещали в маркированные микроцентрифужные пробирки объемом 1,5 мл. Все образцы хранились при температуре –80 °С до анализа. Интервал между сбором образцов и анализом варьировался от 1 до 60 дней.

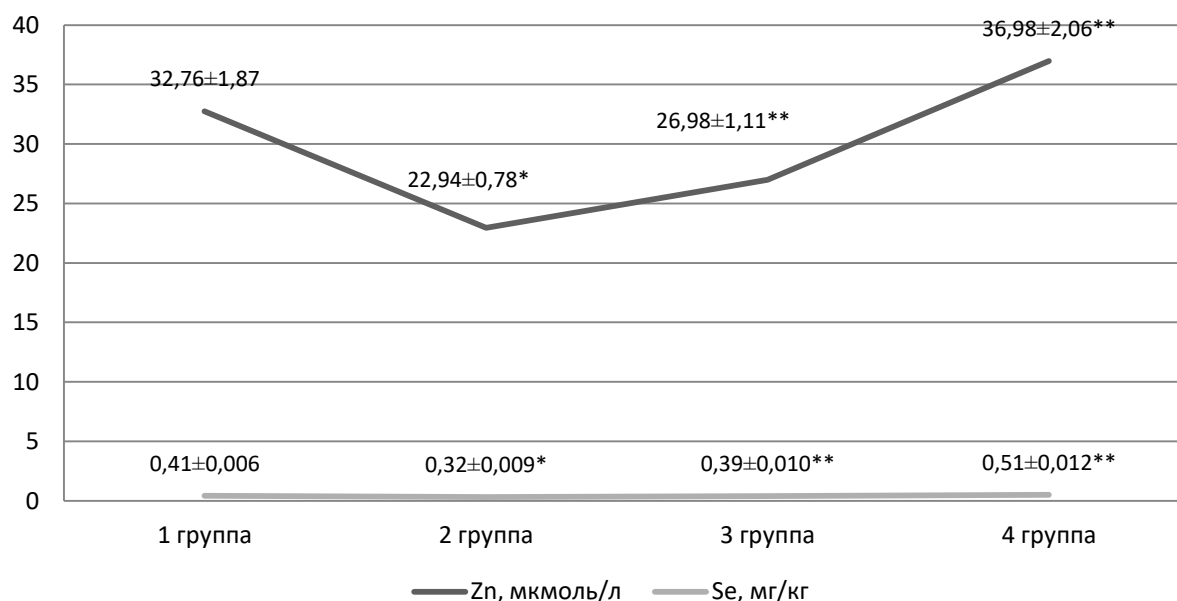
Содержание цинка в крови оценивали по концентрации сывороточного цинка. Анализ проводили колориметрическим методом на полуавтоматическом анализаторе Mindray BA-88A с использованием специальных наборов. Результаты представлены в микромолях на литр (мкмоль/л).

Содержание селена в сыворотке крови оценивали флуориметрическим методом.

Концентрацию аминокислот в плазме определяли на автоматизированном анализаторе аминокислот, также использовался метод катионообменной жидкостной хроматографии высокого давления и нингидрин-реактивного колориметрического обнаружения.

Все данные выражены как среднее значение ± стандартное отклонение (SD). Уровень значимости был установлен $P < 0,05$. Статистический анализ был выполнен с помощью программного обеспечения IBM SPSS Statistics (IBM Corp.). Нормальное распределение переменных проверялось с помощью теста Колмогорова – Смирнова. Непрерывные переменные сравнивались между группами с помощью ANOVA, а затем применялся post-hoc тест для сравнения межгрупповых различий.

Результаты и их обсуждение. Первым этапом наших исследований было изучение содержания цинка и селена в сыворотке крови кошек с заболеванием печени. Результаты исследований представлены на рисунке 1.



Здесь и далее: * $p \leq 0,05$ – достоверность различий относительно 1-й группы животных
 ** $p \leq 0,05$ – достоверность различий относительно 2-й группы животных

Рис. 1. Содержание селена и цинка в сыворотке крови кошек
 Selenium and zinc content in the blood serum of cats

Установлено, что у животных контрольной группы содержание цинка составило 32,76 мкмоль/л. У животных 2-й группы концентрация цинка в сыворотке крови оказалась ниже, чем у контроля, на 42,8 %, у животных 3-й группы уровень цинка был ниже на 21,4 % по сравнению с контрольной группой. У кошек 4-й группы изучаемый показатель был выше контрольных значений на 12,8 %. По сравнению с первоначальным уровнем (2-й группой) у кошек после лечения уровень цинка повысился на 17,6 и 61,2 %. Дефицит цинка, или измененный метаболизм цинка, у пациентов с заболеваниями печени вызван различными факторами, такими как недостаточное потребление, изменения в метаболизме белков и аминокислот, снижение печеночной экстракции, портосистемные шунты, нарушение всасывания, а также воздействие цитокинов.

Достаточно высокое повышение цинка в сыворотке крови у кошек 4-й группы после лечения связано с применением препарата «Витаселцин ТМ», который содержит в своем составе цинк. Повышение цинка в сыворотке крови после лечения является благоприятным признаком, так как печень является главным органом, участ-

вующим в метаболизме цинка. Заболевания печени могут изменять уровень цинка [6].

При изучении содержания селена в сыворотке крови установлено, что исходный уровень селена у контрольных животных составил 0,41 мг/кг (рис. 1). У животных 2-й группы уровень селена был ниже на 28,1 %, у животных 3-й группы достоверных различий с контролем не установлено, а у животных 4-й группы концентрация селена повысилась на 24,3 % по сравнению с контролем.

Самый низкий уровень селена установлен у животных до начала лечения ((0,32±0,009) мг/кг). Установлено, что уровни селена в плазме у пациентов с патологиями печени снижаются пропорционально тяжести патологического состояния. После лечения уровень селена у животных 3-й и 4-й групп повысился на 28,4 и 59,4 % соответственно, по сравнению с первоначальным уровнем (2-я группа) (см. рис. 1). Согласно большинству данных экспериментальных испытаний, селен оказывает благотворное влияние на функциональное состояние печени. Во-первых, селен может способствовать повышению регуляции ферментов окисления липидов, а также снижению регуляции ферментов липогенеза *de novo*. Более того, антиоксидантное воздействие селена

на печень, по крайней мере частично, осуществляется за счет повышения активности глутатион-пероксидазы, снижение которой приводит к воспалению печени. Селен потенциально подавляет металлопротеиназы, цитокины и факторы роста, участвующие в этиологии патологических процессов, что может помочь уменьшить воспаление печени. Было высказано предположение, что добавление селена при хроническом воспалении восстанавливает истощенные уровни селена в печени и, усиливая биосинтез селенопротеина,

восстанавливает циркулирующие уровни селена, подавляя выработку С-реактивного белка и в конечном итоге ослабляет воспалительную реакцию [6, 7].

Так как цинк и селен тесно взаимосвязаны с морфофункциональным состоянием печени, мы провели изучение особенностей изменения аминокислотного состава сыворотки крови кошек при гепатите и сравнительной эффективности различных схем лечения. Результаты представлены в таблице.

Изменения аминокислотного состава сыворотки крови кошек, нмоль/мл
Changes in the amino acid composition of cat blood serum, nmol/ml

Аминокислота	Группа			
	1 (контроль)	2 (до лечения)	3	4
Триптофан	43,88±3,81	38,98±2,93*	42,09±3,64	44,76±3,62**
Лизин	109,95±8,33	89,76±6,32*	107,09±6,02**	109,54±7,92**
Треонин	153,12±11,13	150,09±10,21	150,98±3,19	155,87±7,94
Валин	184,25±13,45	156,93±9,65*	179,09±8,92**	186,73±7,01**
Метионин	75,49±3,98	98,01±5,09*	72,98±5,92**	76,00±3,95**
Изолейцин	63,09±4,02	62,00±4,92	62,66±6,01	62,87±5,81
Лейцин	59,61±3,03	55,98±3,09	58,00±3,86	60,21±4,91
Фенилаланин	56,73±4,36	70,87±4,23*	52,98±4,71**	57,31±5,00**
Сумма незаменимых аминокислот	746,12±51,11	722,62±46,44	725,87±42,27	753,29±46,16**
Гистидин	123,84±10,93	124,00±7,87	124,96±6,95	122,77±10,63
Аргинин	93,84±12,51	87,91±6,01	92,03±4,09	92,80±7,02
Аспаргиновая кислота	35,41±2,61	30,54±2,93*	34,62±1,09**	36,21±2,92**
Серин	151,73±14,91	244,92±10,76*	150,51±15,09**	152,31±10,61**
Глутаминовая кислота	69,56±6,02	60,71±2,01*	68,02±4,93**	67,87±3,92**
Пролин	165,89±17,00	153,02±4,98	163,88±11,05	165,21±7,93
Глицин	400,98±23,87	400,32±20,94	401,02±20,83	410,21±16,94
Аланин	312,87±28,76	287,99±10,76	310,72±18,04	323,65±22,01**
Цистеин	31,01±3,91	32,01±3,08	33,03±2,62	34,56±2,01
Тирозин	41,25±3,06	78,09±2,01	40,01±3,94**	43,87±2,11**
Орнитин	25,12±3,00	22,76±1,61*	23,98±1,03	26,95±3,00**
Глютамин	756,65±59,65	998,09±26,87	705,39±29,02**	783,21±31,93**
Цитруллин	23,41±2,01	24,01±1,13	23,94±1,03	23,53±2,00
Сумма заменимых аминокислот	2231,56±188,24	2444,37±100,96	2172,11±119,71	2283,15±123,03
Сумма всех аминокислот	2977,68±239,35	3166,99±147,40	2897,98±161,98	3036,44±169,19

Установлено, что у животных 2-й группы (больных) происходит изменение аминокислотного состава крови (см. табл.). Так, произошло снижение незаменимых аминокислот, а именно триптофана – на 12,8 %; лизина – на 22,2; валина – на 17,4 %, относительно контрольных зна-

чений. Сумма незаменимых аминокислот понизилась с 746,12 до 722,62 нмоль/мл. При изучении содержания треонина, изолейцина, лейцина достоверных различий с контролем не установлено.

Сумма заменимых аминокислот у больных животных достоверно не изменилась (см. табл.). Установлено достоверное снижение аспаргиновой кислоты (–15,9 %), глутаминовой кислоты (–14,5 %) и орнитина (–10,4 %). В содержании остальных аминокислот в сыворотке крови больных животных достоверных различий установить не удалось.

Снижение концентрации аминокислот с разветвленной цепью (лейцин, изолейцин, валин) частично связано с гиперинсулинемией. В своем декомпенсированном состоянии печень способна обрабатывать некоторые глюकोгенные аминокислоты лучше, чем другие, потому что некоторые из них остаются в норме или только минимально изменяются. Снижение уровня аланина возникает, когда баланс азота из отрицательного становится в конечном итоге положительным, и уровни ароматических аминокислот опускаются до нормальных значений без значительного улучшения функции печени, что предполагает, что даже в декомпенсированном состоянии печень способна метаболизировать эти аминокислоты.

При анализе полученных результатов установлено, что произошли изменения в основных биохимических процессах, происходящих в печени, которые включают в себя дезаминирование и трансаминирование аминокислот внутри гепатоцита или транспорт аминокислот в и из клетки печени. Две аминокислоты, которые были повышены в сыворотке кошек больных гепатитом, – это метионин (+29,8 %) и тирозин (+89,3 %). Кроме того, произошло повышение уровня глутамина (+31,9 %), фенилаланина (+24,9 %) и серина (+61,4 %). При нарушении функции печени повреждаются или блокируются многие ферментные системы, и из печени высвобождается большое количество аминокислот, что приводит к повышению концентрации аминокислот в крови [8]. Также эти повышенные уровни, скорее всего, связаны с каталогическим состоянием и выраженной гиперглюкагонемией на фоне неспособности печени метаболизировать повышенные предшественники глюконеогенеза.

Сумма всех аминокислот в сыворотке крови контрольных животных (1-я группа) составила 2977,68 нмоль/мл, у животных 2-й группы изучаемый показатель был выше на 6,3 % относительно контроля и составил 3166,99 нмоль/мл.

После лечения у животных 3-й и 4-й групп содержание аминокислот в сыворотке крови вернулось к уровню здоровых животных (контролю).

При сравнении полученных результатов относительно 2-й группы животных (до лечения) установлено, что у животных 3 группы произошло достоверное повышение содержания лизина – на 19,3 %; валина – на 14,1; аспаргиновой кислоты – на 13,5 и глутаминовой кислоты – на 12,0 %. Произошло снижение уровней метионина (–34,2 %), фенилаланина (–33,8 %), аспаргиновой кислоты (–62,7 %), тирозина (–95,2 %) и глутамина (–41,5 %).

Применение схемы лечения у животных 4-й группы оказало наиболее выраженный положительный эффект. Уровень лизина повысился на 22,0 %; валина – на 19,0; триптофана – на 14,8 % относительно животных 2-й группы. Однако произошло снижение уровней метионина – на 28,9 % и фенилаланина – на 23,4 %, относительно показателей животных 2-й группы.

Произошло достоверное повышение концентрации аспаргиновой кислоты (+18,6 %), глутаминовой кислоты (+10,1 %), аланина (+12,4 %), тирозина (+15,2 %), орнитина (+18,4 %) относительно первоначального уровня. Установлено снижение на 60,8 % серина, на 78,0 % орнитина и 27,4 % глутамина.

Далее мы рассчитали коэффициент Фишера, который является общепризнанным показателем для оценки аминокислотного дисбаланса при функциональных нарушениях печени. Результаты исследований представлены на рисунке 2.

Коэффициент Фишера определяется как сумма аминокислот с разветвленной цепью, деленная на сумму ароматических аминокислот. В здоровом организме коэффициент Фишера обычно составляет от 2 до 3,5 и может заметно снижаться (до 0,7–0,8) при поражении печени. В нашем исследовании установлено, что у контрольных животных коэффициент Фишера находился в пределах нормы (2,16). У животных 2-й группы установлен самый низкий показатель – 1,46, что говорит о поражении печени. После лечения у животных 3-й и 4-й групп искомый показатель возвращается к уровню здоровых животных.

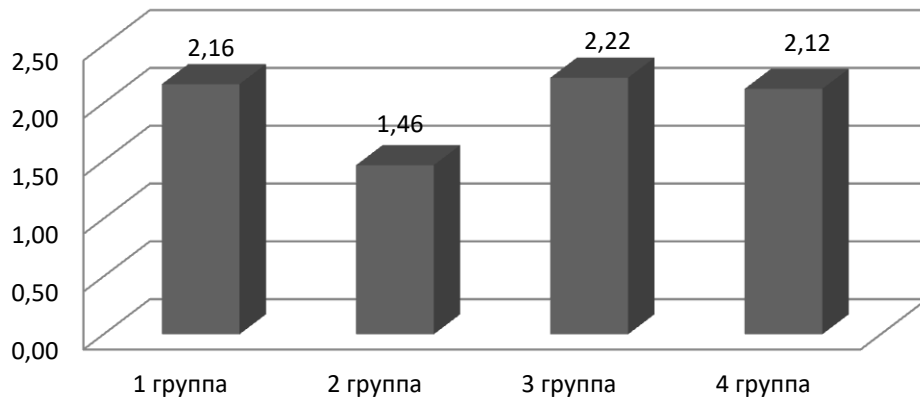


Рис. 2. Коэффициент Фишера у кошек при заболевании печени
Fisher coefficient in cats with liver disease

В нашем исследовании мы установили взаимосвязь между дефицитом цинка и селена и патологиями печени. Мы также наблюдали устойчивое снижение обоих основных микроэлементов с увеличением тяжести заболевания печени.

Дефицит цинка может быть связан со многими осложнениями, связанными с прогрессированием заболеваний печени. Несколько исследований признали влияние дефицита цинка как фактора, способствующего нарушениям метаболизма аминокислот. У животных с дефицитом цинка и селена были значительно более высокие уровни некоторых аминокислот (метионин, тиразин, глутамин, серин и фенилаланин), чем у животных с нормальными уровнями этих микроэлементов [9].

Кроме того, уровни цинка и селена, по-видимому, отражают другие ключевые механизмы, вызывающие заболевание печени, такие как воспаление. Это может быть объяснено выработкой активных форм кислорода, вызванной дефицитом цинка, что приводит к увеличению провоспалительных цитокинов и воспалению в печени. Низкий уровень селена отрицательно коррелировал с содержанием аминокислот в сыворотке крови. Это наблюдение может быть связано с неблагоприятным влиянием дефицита селена на функции иммунных клеток, включая активацию, дифференциацию и пролиферацию, что связано с увеличением окислительного стресса [6].

Заключение. Таким образом, установлена взаимосвязь между концентрацией цинка и селена в сыворотке крови и уровнем аминокислот. У животных контрольной группы содержание

цинка составило 32,76 мкмоль/л. У животных 2-й группы концентрация цинка в сыворотке крови оказалась ниже, чем у контроля на 42,8 %, у животных 3-й группы уровень цинка был ниже на 21,4 % по сравнению с контрольной группой. У кошек 4-й группы изучаемый показатель был выше контрольных значений на 12,8 %. По сравнению с первоначальным уровнем (2-я группа) у кошек после лечения уровень цинка повысился на 17,6 и 61,2%. У больных животных установлено достоверное снижение триптофана, лизина, валина, аспаргиновой кислоты, глутаминовой кислоты и орнитина, но произошло повышение метионина и фенилаланина. После лечения содержание аминокислот в сыворотке крови возвращается к уровню здоровых животных (контролю). Наиболее эффективной оказалась схема лечения в 4-й группе животных, с дополнительным введением препарата с содержанием цинка и селена (Витаселцин ТМ). У животных 4-й группы произошло достоверное повышение аминокислот: валина (+19,0 %), триптофана (+14,8 %), аспаргиновой кислоты (+18,6 %), аланина (+12,4 %), орнитина (+18,4 %) относительно первоначального уровня (2-й группы животных). К уровню содержания аминокислот в сыворотке крови контрольных животных вернулись фенилаланин, метионин, глутаминовая кислота, тирозин, глутамин. Коэффициент Фишера у контрольных животных находился в пределах нормы (2,16). У животных 2-й группы установлен самый низкий показатель – 1,46, что говорит о поражении печени. После лечения у животных 3-й и 4-й групп искомый показатель возвращается к уровню здоровых животных.

Список источников

1. Манаков А.М., Ковбык Л.В., Потапова У.В., и др. Кровоснабжение печени и структурно-функциональная характеристика кровеносных сосудов печени человека и млекопитающих // Альманах молодой науки. 2024. № 3 (54). С. 36–40.
2. Мурашкина М.А., Шинкаренко А.Н. Патоморфологические изменения печени при лекарственных гепатитах у собак // Международный вестник ветеринарии. 2019. № 1. С. 113–117.
3. Чеснокова Н.П., Понукалина Е.В., ПолUTOва Н.В. Этиология, патогенез и метаболические признаки недостаточности углеводного обмена в печени // Научное обозрение. Медицинские науки. 2019. № 1. С. 76–78.
4. Алексеев А.А., Пудовкин Н.А., Салаутин В.В. Изменение белково-азотистого обмена у лабораторных животных под действием водного раствора фуллерена C60 // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2021. Т. 247, № 3. С. 6–10. DOI: 10.31588/2413-4201-1883-247-3-6-10.
5. Новгородская Я.И., Курбат М.Н. Показатели фонда свободных аминокислот и их дериватов в плазме крови и печени крыс при введении тиацетамида // Журнал Гродненского государственного медицинского университета. 2021. Т. 19, № 6. С. 679–685. DOI: 10.25298/2221-8785-2021-19-6-679-685.
6. Скальный А.А. Связь физической активности с показателями обмена цинка и селена у экспериментальных животных // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. 2021. Т. 24, № 4. С. 45–50. DOI: 10.29296/25877313-2021-04-07.
7. Герунов Т.В., Чигринский Е.А., Герунова Л.К. Окислительный стресс у животных при воздействии Циперметрина: механизмы развития и возможные риски // Международный вестник ветеринарии. 2023. № 3. С. 94–101. DOI: 10.52419/issn2072-2419.2023.3.94.
8. Разумовский Н., Соболев Д. Аминокислоты – заменимые и незаменимые // Животноводство России. 2020. № 2. С. 59–63.
9. Бадун Е.Г., Шуриберко А.В., Казинец Е.А., и др. Влияние комбинации аминокислот с цинком и магнием на элементный состав крови, сердца и энергетические функции митохондрий сердца при тяжелой алкогольной интоксикации // Академический журнал Западной Сибири. 2022. Т. 18, № 4 (97). С. 27–35. DOI: 10.32878/sibir.22-18-04(97)-27-35.
10. Скальный А.А. Связь физической активности с показателями обмена цинка и селена у экспериментальных животных // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. 2021. Т. 24, № 4. С. 45–50. DOI: 10.29296/25877313-2021-04-07.

References

1. Manakov AM, Kovbyk LV, Potapova UV., et al. Blood supply to the liver and structural and functional characteristics of blood vessels of the liver in humans and mammals. *Almanac of young science*. 2024;3:36-40. (In Russ.).
2. Murashkina MA, Shinkarenko AN. Pathomorphological changes in the liver in drug-induced hepatitis in dogs. *International Bulletin of Veterinary Medicine*. 2019;1:113-117. (In Russ.).
3. Chesnokova NP, Ponukalina EV, Polutova NV. Etiology, pathogenesis and metabolic signs of carbohydrate metabolism insufficiency in the liver. *Scientific Review. Medical Sciences*. 2019;1:76-78. (In Russ.).
4. Alekseev AA, Pudovkin NA, Salautin VV. Changes in protein-nitrogen metabolism in laboratory animals under the influence of an aqueous solution of fullerene C60. *Scientific notes of the Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N.E. Bauman*. 2021;247(3):6-10. (In Russ.). DOI: 10.31588/2413-4201-1883-247-3-6-10.
5. Novogrodskaya YI, Kurbat MN. Indicators of the free amino acid pool and their derivatives in the blood plasma and liver of rats upon administration of thioacetamide. *Journal of the Grodno State Medical University*. 2021;19(6):679-685. (In Russ.). DOI: 10.25298/2221-8785-2021-19-6-679-685.

6. Skalny AA. Relationship between physical activity and zinc and selenium metabolism indices in experimental animals. *Issues of biological, medical and pharmaceutical chemistry*. 2021;24(4):45-50. (In Russ.). DOI: 10.29296/25877313-2021-04-07.
7. Gerunov TV, Chigrinsky EA, Gerunova LK. Oxidative stress in animals exposed to Cypermethrin: mechanisms of development and possible risks. *International Bulletin of Veterinary Medicine*. 2023;3:94-101. (In Russ.). DOI: 10.52419/issn2072-2419.2023.3.94.
8. Razumovsky N, Sobolev D. Amino acids – replaceable and essential. *Animal Husbandry of Russia*. 2020;2:59-63. (In Russ.).
9. Badun EG, Shuriberko AV, Kazinets EA., et al. The effect of a combination of amino acids with zinc and magnesium on the elemental composition of blood, heart and energy functions of cardiac mitochondria in severe alcohol intoxication. *Academic Journal of Western Siberia*. 2022;18(4):27-35. (In Russ.). DOI: 10.32878/sibir.22-18-04(97)-27-35.
10. Skalny AA. Relationship between physical activity and zinc and selenium metabolism indices in experimental animals. *Issues of Biological, Medical and Pharmaceutical Chemistry*. 2021;24(4):45-50. (In Russ.). DOI: 10.29296/25877313-2021-04-07.

Статья принята к публикации 26.03.2025 / The article accepted for publication 26.03.2025.

Информация об авторах:

Вюсал Мамали оглы Яралиев¹, соискатель кафедры морфологии, патологии животных и биологии
Николай Александрович Пудовкин², заведующий кафедрой морфологии, патологии животных и биологии, доктор биологических наук, профессор
Наталья Ивановна Захаркина³, доцент кафедры ветеринарной медицины, кандидат биологических наук, доцент

Information about the authors:

Vusal Mamali ogly Yarialiev¹, Applicant at the Department of Morphology, Animal Pathology and Biology
Nikolai Alexandrovich Pudovkin², Head of the Department of Morphology, Animal Pathology and Biology, Doctor of Biological Sciences, Professor
Natalia Ivanovna Zakharkina³, Associate Professor at the Department of Veterinary Medicine, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor

