

С. В. Васильева¹, М. С. Каземирчук², Е. В. Лопаткова¹

Физиолого-биохимическая оценка маркеров почечной патологии у тигров в различные возрастные периоды

Аннотация.

Цель – изучить взаимосвязь биохимических маркеров крови у тигров и определить возрастную предрасположенность к нарушению фильтрационной способности почек.

Материалы и методы. Для реализации поставленной цели были приняты к статистическому анализу результаты биохимического исследования крови от тигров ($N=41$) в возрасте от двух месяцев до 18 лет. Исследование крови проводилось с применением тест систем «Randox». В рамках данного исследования были использованы результаты определения креатинина, мочевины, неорганического фосфора, калия и креатинкиназы. Результаты биохимического исследования были распределены на 5 групп в связи с показателями возраста.

Результаты. Выявлено поступательное увеличение концентрации креатинина в возрастной динамике от $83,6 \pm 16,1$ мкмоль/л до $637,9 \pm 224,3$ мкмоль/л. Определено однонаправленное увеличение уровня креатинина и мочевины у тигров в возрасте от 7 до 18 лет, в молодом возрасте концентрация мочевины почти не меняется и составляет от $9,91 \pm 0,83$ ммоль/л до $11,62 \pm 1,67$ ммоль/л. Изменение концентрации неорганического фосфора в связи с возрастом можно проиллюстрировать параболической кривой с наименьшим значением, соответствующим возрастному периоду 3–6 лет. Не выявлено существенных возрастных колебаний концентрации калия в сыворотке крови тигров, различия между наименьшим и наибольшим значениями составили 9,5 %. Активность креатинкиназы крови до 12-летнего возраста не проявляла выраженных изменений, только в наиболее старшей возрастной группе 14–18 лет активность фермента возросла в 5,3 раза. Во всех возрастных группах наблюдается большой разброс концентрации креатинина, коэффициент вариации составил от 27,7 % до 89,8 %. Рассмотрение коэффициентов корреляции при сравнении концентрации креатинина с другими параметрами позволяет выявить тесную положительную взаимосвязь с мочевиной как во всей выборке, так и в возрастном диапазоне от 7 до 18 лет. В отношении калия не выявлено заметных корреляционных взаимосвязей.

Заключение. Уровень креатинина в крови у тигров во всех возрастных группах подвержен значительным колебаниям, и это является поводом для обоснования объективных референсных интервалов у этих животных. Концентрация креатинина в крови у тигров поступательно увеличивается в связи с возрастом. В молодом возрасте эта тенденция не связана напрямую с ухудшением фильтрационной функции почек, так как до 6 лет у животных не наблюдается параллельного увеличения концентрации мочевины и неорганического фосфата. В старшем возрастном периоде от 7 до 18 лет у тигров проявляется предрасположенность к заболеваниям почек, так как вместе с возрастанием креатинина в крови происходит увеличение концентрации мочевины ($r=0,929$) и неорганического фосфата ($r=0,687$).

Ключевые слова: тигры; сыворотка крови; креатинин; мочевина; неорганический фосфор; калий; креатинкиназа; функции почек.

Авторы:

Васильева С. В. — кандидат ветеринарных наук; e-mail: svvet@mail.ru;

Каземирчук М. С. — e-mail: marina.kazemirchuk@gmail.com;

Лопаткова Е. В. — e-mail: kon86@bk.ru.

¹ Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины; 196084, г. Санкт-Петербург, ул. Черниговская, д. 5.

² ООО «ВЕТЕРИНАРНАЯ МЕДИЦИНА ЮГО-ЗАПАД» 198216, г. Санкт-Петербург, пр. Народного Ополчения, д. 19 литера А, каб. №3.

Введение. В связи с увеличением интереса к популяциям диких кошачьих хищников всё более актуальным является изучение морфофункциональных особенностей организма различных их представителей — тигров, львов, леопардов, пум и других видов, а также адаптационных свойств

метаболизма этих животных в дикой природе и в условиях неволи [1, 2]. Сохранение популяции краснокнижных животных, в том числе амурского тигра и леопарда уже является транснациональной задачей и предметом международных договорённостей с участием Российской Федера-

ции [3]. Различные представители семейства кошачьих обитают не только в заповедниках, таких как Сихотэ-Алинский государственный биосферный заповедник имени К. Г. Абрамова, или национальный парк «Земля леопарда», находящиеся в Приморском крае, но и в условиях природных зоопарков, питомников, хосписов. Становится понятным, что организация ветеринарной поддержки хищных представителей семейства кошачьих является важным вопросом, требующим серьёзного методологического подхода. Необходимо изучать мировой опыт, исследовать доступные базы данных по нормативным физиологическим показателям различных животных, в том числе по биохимическим параметрам крови для формирования общего понимания нормы и патологии у тигров, львов, леопардов и других животных, а также выяснения возможной их склонности к различным заболеваниям и патологиям метаболизма [4]. В этой связи особенно интересным является изучение видовой предрасположенности представителей семейства кошачьих к болезням почек, с учётом того, что хроническая болезнь почек — часто регистрируемая патология у домашних кошек [5, 6]. В доступной рецензируемой литературе практически отсутствует информация по частоте встречаемости патологий почек у кошачьих хищников, их проявления, особенностей течения и возможных причин заболеваний. Весьма ограничена информация о нормативных биохимических параметрах крови диких кошачьих. Исследований гематологических и биохимических показателей, как у содержащихся в неволе, так и у свободноживущих тигров, очень мало. Так, D. Proverbio с соавт. (2021г.) [7] приводит результаты биохимических исследований крови 22 тигров в возрасте от одного года до 17 лет, в частности, уровень креатинина у них определялся в диапазоне от 159,0 до 362,0 мкмоль/л, мочевины — от 6,2 до 18,9 ммоль/л. Но данная группа авторов не изучала возрастную динамику этих показателей. Cavalera M. A. с соавт. (2020 г.) [8] сообщает об исследовании концентрации креатинина и мочевины у взрослых тигров, которая в среднем составила 221,0 мкмоль/л и 10,7 ммоль/л, соответственно. Ак-

Таблица 1. Критерии формирования групп

Группа	Возраст животных	Количество животных, гол.
1	2—11 месяцев	11
2	1—2 года	8
3	3—6 лет	6
4	7—12 лет	12
5	14—18 лет	4

тивность креатинкиназы по данным авторов определялась на уровне 258,6 МЕ/л. Более обширные исследования проведены группой китайских учёных на большой выборке амурских тигров в возрасте от 2 до 9 лет [9]. Представлены данные по содержанию биохимических параметров крови в связи с половой принадлежностью. В частности, у 112 тигров, обитающих в парке амурских тигров в Хэйлунцзяне содержание креатинина в крови определялось в диапазоне — 133,0—734,0 мкмоль/л, уровень мочевины — 5,5—27,7 ммоль/л, неорганического фосфата — 0,9—2,23 ммоль/л, и калия — 4,2—6,0 ммоль/л. В другом ареале обитания — в парке тигров в Хайлине у 7 самцов и 14 самок были получены несколько иные результаты: уровень креатинина у амурских тигров составил 563,0—1158,0 мкмоль/л; мочевины — 6,4—13,1 ммоль/л; неорганического фосфата — 1,32—2,36 ммоль/л и калия — 4,8—6,4 ммоль/л. Как можно заметить, данные, приведённые различными исследовательскими группами, характеризуются высокой степенью разброса данных в первую очередь, по креатинину.

Цель исследований — изучить взаимосвязь биохимических маркеров крови у тигров и определить возрастную предрасположенность к нарушению фильтрационной способности почек.

Материалы и методы. Для реализации поставленной цели были приняты к статистическому анализу результаты биохимического исследования крови от тигров (N=41) в возрасте от двух месяцев до 18 лет. Тигры принадлежат различным организациям — зоопаркам, питомникам, циркам, хоспису «Дом тигра». Исследование крови проводилось в лаборатории «Поиск» с

Таблица 2. Результаты биохимического исследования крови тигров в возрастной динамике

Группы	Креатинин, мкмоль/л	Мочевина, ммоль/л	Фосфор, ммоль/л	Калий, ммоль/л	КФК, МЕ/л
1	83,6±16,1	10,41±0,71	2,65±0,08	4,53±0,10	330,3±78,6
2	191,1±26,4	9,91±0,83	2,48±0,18	4,60±0,32	243,9±22,8
3	223,9±27,8	11,62±1,67	1,83±0,11	4,20±0,09	197,8±35,2
4	481,3±130,3	33,34±10,97	2,61±0,61	4,42±0,17	233,4±48,4
5	637,9±224,3	40,31±11,36	2,31±0,24	4,38±0,31	1234,5±697,7

Таблица 3. Результаты исследования степени вариабельности уровня креатинина в различных возрастных группах

Группы	Диапазон концентрации креатинина, мкмоль/л	Среднее значение в группе, мкмоль/л	Коэффициент вариации CV, %
1	47,2–182,8	83,6±16,1	54,9
2	53,6–269,5	191,1±26,4	36,6
3	153,2–316,7	223,9±27,8	27,7
4	143,3–1471,6	481,3±130,3	89,8
5	254,3–1022,7	637,9±224,3	60,9

применением автоматического биохимического анализатора RANDOX RX Imola и тест систем «Randox». В рамках данного исследования были использованы результаты определения креатинина, мочевины, неорганического фосфора, калия и креатинкиназы. Результаты биохимического исследования были распределены на 5 групп в связи с показателями возраста (табл. 1).

Для статистической обработки результатов был использован программный пакет Microsoft Excel, в котором выполнены функции группировки данных, подсчёта среднего значения (M), ошибки среднего (m), определения коэффициента вариации и коэффициента корреляции.

Результаты и обсуждение. При рассмотрении динамики биохимических показателей у тигров (табл. 2) можно отметить поступательный рост концентрации креатинина в крови в связи с возрастом (табл. 2–4).

Интересно проследить взаимосвязь креатинина и мочевины в связи с возрастной динамикой. В отношении мочевины замечен рост только у тигров старше семи лет, и это сопряжено с увеличением средней концентрации креатинина свыше 223,9±27,8 мкмоль/л, тогда как до семилетнего возраста уровень мочевины колеблется незначительно (в среднем, 9,91–11,62 ммоль/л). Оба показателя являются маркерами фильтрационной способности почек. Но их диагностическая ценность неодинакова: если образование креатинина зависит от мышечной массы и скорости энергозависимых реакций в миоцитах с участием креатинфосфата, то количество синтезируемой мочевины связано с интенсивностью и направленностью реакций метаболизма, а также с количеством потре-

ляемого протеина и его расходу на биосинтез собственных белков тела. В то же время оба биомаркера являются конечными продуктами обмена и выводятся через почки. Замедление почечной фильтрации приводит к задержке мочевины и креатинина в системном кровотоке. При рассмотрении возрастного периода от двух месяцев до семи лет у тигров наблюдается возрастание креатинина в 2,7 раза, в то же самое время концентрация мочевины практически не меняется. В более старшем возрастном периоде обнаруживается односторонний рост уровня креатинина и мочевины.

Изменение концентрации неорганического фосфора в связи с возрастом можно проиллюстрировать параболической кривой с наименьшим значением, соответствующим возрастному периоду 3–6 лет. Постепенное снижение фосфатов крови в молодом возрасте и увеличение в старших возрастных группах подчиняется различным механизмам: на фоне поступательного роста животных и увеличению линейных размеров трубчатых костей минеральный обмен подвергается активной регуляции с участием паратиреоидного гормона, что является причиной более высокого уровня фосфатов в крови у молодняка. Размеры тигров стабилизируются после 2–3-х лет, и именно в этот период уровень фосфора в крови минимальный. Дальнейшее увеличение показателя связано с задержкой фосфатов в крови ввиду ухудшения фильтрационной способности почек.

При заболеваниях почек необходимо контролировать уровень калия, который возрастает в крови ввиду снижения скорости секреции в почечные канальцы. В исследуемой выборке при изучении возрастных закономерностей мы не обнару-

Таблица 4. Результаты исследования корреляционных взаимосвязей различных параметров с концентрацией креатинина

Параметры сравнения	Коэффициент Пирсона (r)		
	По всей выборке, n=41	Возраст от 0 до 6 лет, n=25	Возраст от 7 до 18 лет, n=16
Возраст	0,621	0,717	0,268
Мочевина	0,925	0,036	0,929
Фосфор	0,512	-0,616	0,687
Калий	-0,004	-0,214	0,206
КФК	0,537	0,034	0,581

живаем существенных изменений концентрации данного катиона — колебания между наименьшим и наибольшим среднegrupповыми значениями составили всего 9,5 %. Возрастание концентрации креатинина в старших возрастных группах, вопреки ожиданию не сопровождается сколько-нибудь выраженной гиперкалиемией, и это может свидетельствовать как о высоких компенсаторных способностях почек у тигров, так и о вовлечении других механизмов, например, перераспределении катиона калия между вне- и внутриклеточными пространствами организма [10].

Изучение активности фермента креатинфосфокиназы как правило, напрямую не связывают с мониторингом функции почек, однако в рамках нашего исследования проследить взаимосвязь изменения активности КФК в связи с поступательным ростом креатинина явилось весьма интересным. Креатин-фосфат — важный переносчик фосфата на АДФ, обеспечивающий молниеносную регенерацию АТФ, что очень важно при интенсивной мышечной работе. Креатин, в свою очередь, является продуктом этой реакции. В состоянии покоя креатин фосфорилируется с участием АТФ, вновь превращаясь в креатин-фосфат. Креатинин — продукт спонтанного дефосфорилирования креатин-фосфата, который является побочным метаболитом в реакциях биоэнергетики мышечной ткани [11]. Считается, что в организме креатинин образуется с постоянной скоростью, практически полностью выводится с мочой и почти не реабсорбируется в почках. Количество образуемого креатинина, в первую очередь, зависит от мышечной массы, поэтому в организме его концентрация относительно постоянна [12, 13]. Фермент креатинфосфокиназа обеспечивает фосфорилирование креатина с участием АТФ. Увеличение активности данного фермента обычно связывают с повреждением мышечных и других клеток, в которых активно протекает обмен креатин-фосфата. При попытке объяснить довольно высокое содержание креатинина в крови у взрослых тигров, было выдвинуто предположение, что у животных данного вида креатинин повышен не в результате ухудшения функции почек, а в результате увеличения скорости его образования, что может быть связано с повышением у взрослых животных потребности в креатин-фосфате. Если эта гипотеза верна, то изменение концентрации креатинина и активности КФК будут иметь однонаправленный характер. Однако согласно результатам исследования явной синергии в динамике этих биохимических маркеров выявлено не было. Несмотря на отсутствие убедительных доказательств версии об индуктивной причине повышения креатинина в крови, всё-таки не стоит торо-

питься сбрасывать со счетов данное предположение, так как в сывороточную ферментативную активность могут вносить вклад и другие факторы, не учтённые в данном исследовании.

Более детальный анализ содержания креатинина в крови у тигров разных возрастных периодов позволил выявить довольно высокую степень разброса в каждой исследуемой группе (табл. 3).

Так, коэффициент вариации составил от 27,7% до 89,8 %, а различие между наименьшим и наибольшим значениями в группе составляло в 2—10 раз. Если обратиться к группе 3, в которой определён наименьший коэффициент вариации, то очевидно, что у молодых тигров в возрасте 3—6 лет концентрация креатинина в среднем составляет $223,9 \pm 27,8$ мкмоль/л, что значительно превышает верхний нормативный предел у домашних кошек (до 140 мкмоль/л) [14, 15]. Безусловно, в исследуемые группы попали животные с явной уремией с весьма завышенными показателями креатинина и мочевины. Но речь идёт о возможных более высоких нормативных пределах креатинина у клинически здоровых тигров.

Ввиду небольшого числа особей в исследуемой выборке нами было решено вычислять коэффициенты корреляции не по каждой из пяти возрастных групп, а разделить животных только на две группы — от 2 мес. до 6 лет и от 7 до 18 лет. Также коэффициент Пирсона был рассчитан и по всей выборке в целом. Результаты представлены в табл. 4.

Рассмотрение коэффициентов корреляции при сравнении концентрации креатинина с другими параметрами позволяет выявить тесную положительную взаимосвязь с мочевиной как во всей выборке, так и в возрастном диапазоне от 7 до 18 лет. В то же время в молодом возрасте линейная зависимость между креатинином и мочевиной практически отсутствует. Очень схожий характер зависимости отмечается и с активностью КФК, также, как и в случае с мочевиной, по всей выборке и в старшем возрасте умеренная положительная связь и её отсутствие у молодых тигров. Довольно высокий коэффициент Пирсона, характеризующий тесную положительную взаимосвязь, отмечается между уровнем креатинина в крови и возрастом, но такой характер связи ограничивается возрастным периодом до 6 лет.

Также обращают на себя внимание разнонаправленные взаимосвязи креатинина с неорганическим фосфором в разных возрастных периодах: у молодых тигров эта зависимость имеет отрицательный характер, а в старшей возрастной группе — положительный, причём в обоих случаях имеет место умеренная корреляция, приближающаяся к сильной. В отношении калия не выявлено заметных корреляционных взаимосвя-

зей: слабая отрицательная в молодом возрасте и слабая положительная — в старшем, а в целом по всей выборке отмечается её отсутствие.

Заключение. Подводя итог проведённым исследованиям, можно сделать следующие выводы:

1. Уровень креатинина в крови у тигров во всех возрастных группах подвержен значительным колебаниям, и это является поводом для обоснования объективных референсных интервалов у этих животных.

2. Концентрация креатинина в крови у тигров поступательно увеличивается в связи с возрастом. В молодом возрасте эта тенденция не связана напрямую с ухудшением фильтрационной функции почек, так как до 6 лет у животных не наблюдается параллельного увеличения концентрации мочевины и неорганического фосфата.

3. В старшем возрастном периоде от 7 до 18 лет у тигров проявляется предрасположенность

к заболеваниям почек, так как вместе с возрастанием креатинина в крови происходит увеличение концентрации мочевины ($r=0,929$) и неорганического фосфата ($r=0,687$).

4. Изменение концентрации креатинина тигров в связи с возрастной динамикой не влияет на гомеостаз калия.

5. Изменение активности креатинкиназы не взаимосвязано с возрастанием концентрации креатинина у молодых тигров, в возрасте от 7 до 18 лет прослеживаются однонаправленные изменения показателей.

Полученные в настоящем исследовании результаты являются одним из малых вкладов в общероссийскую базу научных данных, что может оказать помощь заинтересованным специалистам в понимании особенностей метаболизма тигров и обоснования стратегий ветеринарной помощи этим животным.

Литература

1. Антонов А. Л. Амурский тигр в Буреинском заповеднике: характер обитания и перспективы сохранения / А. Л. Антонов, И. А. Подолякин // Природа. — 2022. — № 1(1277). — С. 51–59. Doi: 10.7868/S0032874X22010057. — EDN FPTTXU.
2. Пуреховский А. Ю. Барма // Сохранение популяции Амурского тигра: итоги, проблемы и перспективы : Международный научно-практический симпозиум, Хабаровск, 28–29 июня 2018 года. — Хабаровск: Правительство Хабаровского края, Хабаровский краевой музей им. Н. И. Гродекова, 2018. — С. 84–99. — EDN IZWDCH.
3. Дарман Ю. А. Тигринный эконет — итоги формирования сети особо охраняемых природных территорий для амурского тигра / Ю. А. Дарман, А. Ж. Пуреховский, А. Ю. Барма // Сохранение популяции амурского тигра: итоги, проблемы и перспективы. Хабаровск: Хабаровский краевой музей им. Н. И. Гродекова, 2018. — С. 84–99.
4. Larsson M. H. M. A. Biochemical parameters of wild felids (*Panthera leo* and *Panthera tigris altaica*) kept in captivity / M. H. M. A. Larsson, A. S. Flores, J. D. L. Fedullo [et al.] // Semina: Ciencias Agrarias. — 2017. — Vol. 3. — № 2. — P. 791–800.
5. Основные симптомы внутренних болезней животных : учебное пособие для СПО / С. П. Ковалев, А. В. Яшин, П. С. Киселенко [и др.]. — Санкт-Петербург : Издательство "Лань", 2022. — 76 с. — ISBN 978-5-507-44315-4. — EDN GDTFRK.
6. Гапонова В. Н. Клиническое значение показателей антиоксидантной системы организма собак с хронической болезнью почек / В. Н. Гапонова, С. П. Ковалев, В. А. Трушкин [и др.] // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. — 2020. — № 1. — С. 183–185. Doi: 10.17238/issn2072-6023.2020.1.183. — EDN EBKTIW.
7. Proverbio D. Hematological and Biochemical Reference Values in Healthy Captive Tigers (*Panthera tigris*) / D. Proverbio, R. Perego, L. Baggiani [et al.] // Animals. — 2021. — №11. — P. 34–40.
8. Cavallera M. A. Clinical, haematological and biochemical findings in tigers infected by *Leishmania infantum* / M. A. Cavallera, R. Iatta, P. Laricchiuta // BMC Veterinary Research — 2020. — 16:214. Doi: 10.1186/s12917-020-02419-y.
9. Liu E. Haematological and Biochemical Parameters of Captive Siberian Tigers (*Panthera tigris altaica*) from the Heilongjiang Province, China / E. Liu, L. Ma, D. You [et al.] // Vet. Med. Sci. — 2021. — № 7. — P. 1015–1022.
10. Гомеостаз калия на различных стадиях хронической болезни почек / И. Г. Каюков, Л. Н. Куколева, Р. В. Зверьков [и др.] // Нефрология и диализ. — 2013. — Т. 15. — № 4. — С. 326. — EDN RTZOJZ.
11. Основы клинической ветеринарной гематологии : учебное пособие для вузов / С. П. Ковалев, А. В. Туварджиев, В. А. Коноплев, Р. М. Васильев. — 2-е издание, стереотипное. — Санкт-Петербург : Издательство "Лань", 2023. — 120 с. — ISBN 978-5-507-47198-0. — EDN UYPBGR.

12. Vasilieva S. V. Predisposition of cats to hyperglycemia in connection with age and sexual identity / S. V. Vasilieva, U. V. Konopatov, N. V. Pylaeva, B. M. Fedorov // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. — 2017. — № 3. — Р. 186–188. — EDN ZHZWTL.
13. Физиология животных / Л. Ю. Карпенко, А. И. Енукашвили, Н. А. Панова [и др.]. — Уфа : Общество с ограниченной ответственностью "Аэтерна", 2024. — 262 с. — ISBN 978-5-00177-930-8.
14. Панина Д. В. Хроническая почечная недостаточность у кошек / Д. В. Панина // Научный журнал молодых ученых. — 2021. — № 4(25). — С. 41–45. — EDN TDZUDR.
15. Роль клинико-лабораторных исследований при диагностике хронической почечной недостаточности у собак / С. П. Ковалев, П. С. Киселенко, В. Н. Гапонова [и др.] // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. — 2018. — № 4. — С. 129-132. Doi: 10.17238/issn2072-6023.2018.4.129.

Vasileva S.¹, Kazemirchuk M.², Lopatkova E.¹

Physiological and biochemical assessment of markers of renal pathology in tigers at different age periods

Abstract.

Objective: to study the relationship between biochemical blood markers in tigers and to determine age-related predisposition to impaired renal filtration capacity.

Materials and methods. To achieve this goal, the results of a biochemical blood test from tigers (N=41) aged from two months to 18 years were statistically analyzed. The tigers belong to various organizations: zoos, nurseries, circuses, and the "Tiger House" hospice. The blood test was conducted using "Randox" test systems. The results of creatinine, urea, inorganic phosphorus, potassium, and creatine kinase determination were used in this study. The biochemical test results were divided into 5 groups based on age. For statistical processing of the results, the Microsoft Excel software package was used, in which the functions of data grouping, calculation of the mean value (M), error of the mean (m), determination of the variation coefficient and the correlation coefficient were performed.

Results. A progressive increase in creatinine concentration in age dynamics from $83,6 \pm 16,1 \mu\text{mol} / \text{l}$ to $637,9 \pm 224,3 \mu\text{mol} / \text{l}$ was revealed. A unidirectional increase in the level of creatinine and urea in tigers aged from 7 to 18 years was determined, at a young age, the concentration of urea almost does not change and ranges from $9,91 \pm 0,83 \text{ mmol} / \text{l}$ to $11,62 \pm 1,67 \text{ mmol} / \text{l}$. The change in the concentration of inorganic phosphorus in connection with age can be illustrated by a parabolic curve with the lowest value corresponding to the age period of 3–6 years. No significant age-related fluctuations in serum potassium concentration were found in tigers; the differences between the lowest and highest values were 9,5 %. Blood creatine kinase activity did not show any significant changes up to the age of 12; only in the oldest age group of 14–18 years did the enzyme activity increase by 5,3 times. A wide range of creatinine concentrations was observed in all age groups; the variation coefficient ranged from 27,7 % to 89,8 %. An examination of the correlation coefficients when comparing creatinine concentration with other parameters revealed a close positive relationship with urea both in the entire sample and in the age range from 7 to 18 years. No significant correlation relationships were found for potassium.

Conclusion. Blood creatinine levels in tigers in all age groups are subject to significant fluctuations, and this is a reason to substantiate objective reference intervals for these animals. The concentration of creatinine in the blood of tigers increases progressively with age. At a young age, this trend is not directly related to the deterioration of the filtration function of the kidneys, since up to 6 years of age, animals do not show a parallel increase in the concentration of urea and inorganic phosphate. In the older age period from 7 to 18 years, tigers show a predisposition to kidney diseases, since along with an increase in creatinine in the blood, there is an increase in the concentration of urea ($r = 0,929$) and inorganic phosphate ($r = 0,687$).

Key words: tigers; blood serum; creatinine; urea; inorganic phosphorus; potassium; creatine kinase; renal function.

Authors:

Vasileva S. — PhD (Vet. Sci.); e-mail: svvet@mail.ru;

Kazemirchuk M. — e-mail: marina.kazemirchuk@gmail.com;

Lopatkova E. — e-mail: kon86@bk.ru

¹St. Petersburg State University of Veterinary Medicine; 196084, St. Petersburg, st. Chernigovskaya, 5.

²Limited Liability Company "Veterinary Medicine South-West"; 198216, Saint Petersburg, Narodnogo Opolcheniya Ave., 19, Building A, Office 3.

References

1. Antonov A. L. Amur tiger in the Bureinsky Nature Reserve: habitat type and conservation prospects / A. L. Antonov, I. A. Podolyakin // Priroda. — 2022. — № 1 (1277). — P. 51–59.
2. Purekhovsky A. Yu. Barma // Conservation of the Amur tiger population: results, problems and prospects: International scientific and practical symposium, Khabarovsk, June 28-29, 2018. - Khabarovsk: Government of Khabarovsk Krai, Khabarovsk Regional Museum named after N. I. Grodekov, 2018. — P. 84–99.
3. Darman Yu. A. Tiger econet — results of the formation of a network of specially protected natural areas for the Amur tiger / Yu. A. Darman, A. Zh. Purekhovsky, A. Yu. Barma // Conservation of the Amur tiger population: results, problems and prospects. Khabarovsk: Khabarovsk Regional Museum named after N. I. Grodekov, 2018. — P. 84–99.
4. Larsson M. H. M. A. Biochemical parameters of wild felids (*Panthera leo* and *Panthera tigris altaica*) kept in captivity / M. H. M. A. Larsson, A. S. Flores, J. D. L. Fedullo [et al.] // Semina: Ciencias Agrarias. — 2017. — Vol. 3. — № 2. — P. 791–800.
5. The main symptoms of internal diseases of animals: a textbook for secondary vocational education / S. P. Kovalev, A. V. Yashin, P. S. Kiselenko [et al.]. - St. Petersburg: Lan Publishing House, 2022. — 76 p. - ISBN 978-5-507-44315-4. - EDN GDTFRK.
6. Gaponova V. N. Clinical significance of indicators of the antioxidant system of the body of dogs with chronic kidney disease / V. N. Gaponova, S. P. Kovalev, V. A. Trushkin [et al.] // Issues of regulatory framework in veterinary medicine. — 2020. — № 1. — P. 183–185.
7. Proverbio D. Hematological and Biochemical Reference Values in Healthy Captive Tigers (*Panthera tigris*) / D. Proverbio, R. Perego, L. Baggiani [et al.] // Animals. — 2021. — №11. — P. 34–40.
8. Cavaleira M. A. Clinical, haematological and biochemical findings in tigers infected by *Leishmania infantum* / M. A. Cavaleira, R. Iatta, P. Laricchiuta // BMC Veterinary Research — 2020. — 16:214. Doi: 10.1186/s12917-020-02419-y.
9. Liu E. Haematological and Biochemical Parameters of Captive Siberian Tigers (*Panthera tigris altaica*) from the Heilongjiang Province, China / E. Liu, L. Ma, D. You [et al.] // Vet. Med. Sci. — 2021. — № 7. — P. 1015–1022.
10. Potassium homeostasis at different stages of chronic kidney disease / I. G. Kayukov, L. N. Kukoleva, R. V. Zverkov [et al.] // Nephrology and Dialysis. — 2013. — Vol. 15. — № 4. — P. 326.
11. Fundamentals of Clinical Veterinary Hematology: a textbook for universities / S. P. Kovalev, A. V. Tvardzhiev, V. A. Konoplev, R. M. Vasiliev. — 2nd edition, stereotypical. — St. Petersburg: Lan Publishing House, 2023. — 120 p. - ISBN 978-5-507-47198-0. — EDN UYPBGR.
12. Vasilieva S. V. Predisposition of cats to hyperglycemia in connection with age and sexual identity / S. V. Vasilieva, U. V. Konoplov, N. V. Pylaeva, B. M. Fedorov // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. — 2017. — № 3. — P. 186–188. — EDN ZHZWTL.
13. Animal physiology / L. Yu. Karpenko, A. I. Enukashvili, N. A. Panova [et al.]. — Ufa: Limited Liability Company "Aeterna", 2024. — 262 p. — ISBN 978-5-00177-930-8. — EDN FZPBUR.
14. Panina D. V. Chronic renal failure in cats / D. V. Panina // Scientific journal of young scientists. — 2021. — № 4 (25). — P. 41–45. — EDN TDZUDR.
15. The role of clinical and laboratory studies in the diagnosis of chronic renal failure in dogs / S. P. Kovalev, P. S. Kiselenko, V. N. Gaponova [et al.] // Issues of regulatory framework in veterinary medicine. — 2018. — № 4. — P. 129–132. Doi: 10.17238/issn2072-6023.2018.4.129.— EDN YPXESD.