

ОЦЕНКА ВОЗРАСТНОЙ ДИНАМИКИ МИНЕРАЛЬНОГО ОБМЕНА У ТИГРОВ

Светлана Владимировна Васильева^{1✉}, Екатерина Викторовна Лопаткова²

¹Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины, Российская Федерация

²Филиал № 1 ФГБУ «442 военный клинический госпиталь» МО РФ, Российская Федерация

¹канд. ветеринар. наук, доц., e-mail: svvet@mail.ru, orcid.org/0000-0002-7324-6250

²orcid.org/0009-0007-2988-4777

РЕФЕРАТ

В данной статье изложены результаты биохимического исследования показателей минерального обмена у тигров в возрастной динамике. Были изучены следующие биохимические параметры: кальция, неорганический фосфор, соотношение кальция к фосфору, активность щелочной фосфатазы. Данные, полученные от 31 животных в возрастном диапазоне от 3 месяцев до 18 лет, и впоследствии были разделены на пять возрастных групп. Исследования показали наличие выраженных трендов в отношении всех исследуемых показателей. Наиболее серьёзные изменения выявлены в отношении активности щелочной фосфатазы – показатель заметно снижается от самой младшей возрастной группы вплоть до семилетнего возраста, при этом различие между максимальным и минимальным значением составляет 12,7 раз. Также выявлено поступательное снижение кальция и неорганического фосфора от раннего периода жизни до возрастного диапазона 3–6 лет, что сопровождается тенденцией к увеличению соотношения кальция и фосфора. В возрастной динамике старшего возрастного периода у тигров наблюдается поступательный рост уровня неорганического фосфора. В то же самое время меняются тренды показателей кальция, щелочной фосфатазы и кальциево-фосфорного соотношения, но характер этих изменений для всех исследуемых параметров в среднем и старшем возрасте в целом разнонаправленный. На основании полученных результатов у тигров определяется три этапа минерального обмена, соответствующих различным возрастным периодам – период формирования костной ткани – первые три года жизни, период стабилизации – от 3-х до 12-ти лет и период дестабилизации минерального обмена – свыше 12 лет.

Ключевые слова: тигры, сыворотка крови, минеральный обмен, кальций, фосфор, щелочная фосфатаза.

Для цитирования: Васильева С.В., Лопаткова Е.В. Оценка возрастной динамики минерального обмена у тигров. Нормативно-правовое регулирование в ветеринарии. 2025;3:108-111. <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2025.3.108>

ASSESSMENT OF AGE-RELATED DYNAMICS OF MINERAL METABOLISM IN TIGERS

Svetlana V.I. Vasilyeva^{1✉}, Ekaterina V. Lopatkova²

¹St. Petersburg State University of Veterinary Medicine, Russian Federation

²Branch No. 1 of the 442nd Military Clinical Hospital of the Ministry of Defense of the Russian Federation

¹Candidate of Veterinary Science, Assoc. Prof., e-mail: svvet@mail.ru, orcid.org/0000-0002-7324-6250

²orcid.org/0009-0007-2988-4777

ABSTRACT

This article presents the results of a biochemical study of mineral metabolism parameters in tigers over time in relation to age. The following biochemical parameters were studied: calcium, inorganic phosphorus, calcium to phosphorus ratio, and alkaline phosphatase activity. The data were obtained from 31 animals aged 3 months to 18 years and were then divided into five age groups. The studies showed the presence of pronounced trends in all studied parameters. The most significant changes were found in alkaline phosphatase activity: the indicator significantly decreases from the youngest age group up to the age of seven, while the difference between the maximum and minimum values is 12.7 times. A progressive decrease in calcium and inorganic phosphorus was also found from the early period of life to the age range of 3–6 years, which is accompanied by a tendency to an increase in the calcium to phosphorus ratio. In the age dynamics of the older age period, a progressive increase in the level of inorganic phosphorus is observed in tigers. At the same time, the trends of calcium, alkaline phosphatase and calcium-phosphorus ratio indicators change, but the nature of these changes for all the parameters studied in middle and old age is generally multidirectional. Based on the results obtained, three stages of mineral metabolism are determined in tigers, corresponding to different age periods - the period of bone tissue formation - the first three years of life, the stabilization period - from 3 to 12 years and the period of destabilization of mineral metabolism over 12 years.

Key words: tigers, blood serum, mineral metabolism, calcium, phosphorus, alkaline phosphatase.

For citation: Vasilyeva S.V., Lopatkova E.V. Assessment of age-related dynamics of mineral metabolism in tigers. Legal regulation in veterinary medicine. 2025;3:108-111. (in Russ) <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2025.3.108>

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день вопросы сохранения и увеличения популяции тигров в дикой природе являются чрезвычайно актуальными [1, 2]. Необходимость сохранения популяции амурского тигра на юге Дальнего Востока России закреплена нормативными правовыми актами Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации распоряжение от 19.09.2024г. № 50-р «Об утверждении стратегии сохранения амурского тигра в Российской Федерации до 2034 года» [3]. Президент РФ Путин В.В. лично держит этот проект под контролем. На Дальнем Востоке – в Приморском крае, Еврейской автономной области, а также и южной части Хабаровского края и Амурской области в настоящее время обитает порядка 95% всей популяции амурского тигра с учетом особей, одновременно обитающих на территории Российской Федерации и Китайской Народной Республики. Согласно решениям Международного форума по сохранению тигра на Земле (Владивосток, 2022) Российская Федерация несет основную ответственность перед мировым сообществом за сохранение амурского подвиды тигра.

На прошедшем недавно Восточном экономическом форуме (Владивосток, 3-6 сентября 2025 г.) в рамках сессии «Инвестиции в экологическое образование: как соединить охрану редких видов животных и бизнес» были озвучены вопросы необходимости просветительской работы среди населения. В этом направлении уже ведётся активная деятельность – выпускается литература, посвящённая амурскому тигру, а также планируется строительство тигриного парка и музея тигров [4].

Тигры мало изучены, но сейчас к ним, как и к другим краснокнижным животным возрастает интерес [2, 5, 6]. В современных условиях остаются как традиционные угрозы, вызванные деятельностью человека (сокращение и снижение качества местообитаний, браконьерская добыча тигра и объектов его кормовой базы), так и относительно новые, такие как эпизоотии кормовых объектов тигра и потенциальные эпизоотии самого тигра, иные причины, связанные с экономическим развитием региона.

Из выше сказанного, становится понятным значимость исследований и научных статей, посвящённых особенностям метаболизма, чтобы правильно реагировать на проблемы в условиях не только зоопарков, но и в различных приютах, хосписах, заповедниках. В настоящий момент нам обозначен вектор дальнейшей работы – сохранение и преумножение популяции диких кошачьих, а это значит, что необходимо понимание видовых особенностей метаболизма, предрасположенности к различным заболеваниям, возрастной динамики

обмена веществ. В доступной отечественной и мировой литературе не так много открытых данных о показателях метаболизма у представителей семейства кошачьих дикой природы. Практически отсутствуют работы, посвящённые обмену кальция и фосфора у тигров. Так, в сети PubMed при поисковых запросах «минеральный обмен у тигров» или «обмен кальция у тигров» не обнаруживается ни одной статьи.

В последние годы в ветеринарные лаборатории всё чаще поступают пробы от экзотических животных. На сегодняшний день в ведущих лабораториях накопился массив данных по биохимическим исследованиям крови у тигров разных возрастов. В связи с этим нами была поставлена цель – изучить содержание основных показателей минерального обмена у тигров в возрастной динамике.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для реализации поставленной цели нами были приняты к статистической обработке результаты биохимических анализов крови от 31 тигров разных возрастов (исследования были выполнены в лаборатории «Поиск», Санкт-Петербург). Было сформировано 5 возрастных групп (табл. 1).

Для анализа данных были использованы следующие показатели: концентрация общего кальция, неорганического фосфора, соотношения кальция к фосфору, активность щелочной фосфатазы. Данные параметры были определены в лаборатории с применением автоматического биохимического анализатора RANDOX RX Imola и тест систем «Randox». Была проведена статистическая обработка данных с применением пакета Microsoft Excel, в котором выполнены функции группировки данных, подсчёта среднего значения ($\bar{M}$), ошибки среднего (m), и расчёта достоверности с использованием t-критерия Стьюдента.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты представлены в таблице 2.

При рассмотрении динамики концентрации кальция в крови у тигров можно отметить, что наивысшие показатели определяются в период роста животных – в первый год жизни, также относительно высоким содержанием данного минерала в крови остаётся до двух лет. Наблюдается статистически достоверное снижение ($P < 0,05$) данного показателя у тигров группы 2 в сравнении с животными в возрасте 3-12 месяцев на 7,2%. Впоследствии с возрастом динамика концентрации кальция вначале несколько увеличивается, а в старшем возрастном периоде достигает минимальных значений. Эти возрастные периоды характеризуются максимальной активностью щелочной фосфатазы, которая всегда выше у растущих животных. Общеизвестно, что этот

Таблица 1. Формирование возрастных групп.
Table 1. Formation of age groups.

Группы	Возрастной диапазон	Число животных в группе, гол.
Группа 1	От 3 до 12 мес.	9
Группа 2	От 1 до 2 лет	7
Группа 3	От 3 до 6 лет	4
Группа 4	От 7 до 12 лет	7
Группа 5	От 14 до 18 лет	4

Таблица 2. Результаты исследования возрастной динамики показателей минерального обмена.
Table 2. Results of the study of age-related dynamics of mineral metabolism indicators.

Возрастная группа	Концентрация кальция, ммоль/л	Концентрация неорг. фосфора, ммоль/л	Ca/P	Активность щелочной фосфатазы, МЕ/л
Группа 1	2,66±0,05	2,65±0,07	1,01±0,04	258,3±23,9
Группа 2	2,47±0,04	2,48±0,18	1,02±0,06	132,0±26,6
Группа 3	2,16±0,25	1,83±0,11	1,20±0,17	49,73±4,1
Группа 4	2,29±0,06	2,05±0,18	1,09±0,15	20,3±2,8
Группа 5	2,04±0,31	2,31±0,24	0,90±0,16	81,58±54,6

фермент участвует в формировании костной ткани [7, 8, 9]. Обращает на себя внимание значительное снижение активности ЩФ в течение первых трёх возрастных периодов. Так, у тигров группы 2 показатель становится ниже, чем в первой группе в 1,96 раза ($P<0,01$), а в третьей группе активность фермента падает в 2,7 раза ($P<0,01$). Снижение данного показателя продолжается вплоть до семилетнего возраста (группа 4), вдвое в сравнении с предыдущей группой ($P<0,001$). Таким образом, исходя из характера изменения щелочной фосфатазы, можно утверждать, что остеогенез у тигров завершается после трёх лет. Также заметно, что в первые три этапа жизни согласно исследуемым возрастным группам, уровень фосфатов в крови постепенно уменьшается. Выявленная динамика иллюстрирует ослабление секреции гормона роста, который усиливает кишечную абсорбцию фосфатов. Можно заметить, что после трёх лет у тигров увеличивается соотношение кальция и фосфора. Это является признаком стабилизации минерального обмена, что связано с завершением формирования скелета и снижением алиментарной потребности в минеральных веществах. Однако в последующие возрастные периоды наблюдаются некоторые изменения, указывающие на первый взгляд на ухудшение состояния минерального обмена. Так, после семи лет в крови у тигров наблюдается поступательный рост уровня неорганического фосфора. В то же самое время меняются тренды показателей кальция, щелочной фосфатазы и кальциево-фосфорного соотноше-

ния, но характер этих изменений для всех исследуемых параметров в среднем и старшем возрасте в целом разнонаправленный. Так, в сравнении с показателем неорганического фосфора, соотношение Ca/P, напротив, снижается. Но концентрация кальция не подвергается при этом каким-либо устойчивым изменениям – в возрасте 7-12 лет несколько увеличивается, а затем в возрасте 14-18 лет снижается. Активность ЩФ в группе 7-12 лет достигает минимальных значений, а затем в старшем возрасте увеличивается в четыре раза.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе полученных результатов в исследуемой выборке тигров можно выявить три возрастных периода, соответствующие определённым особенностям минерального обмена. Первый период – роста и формирования костной ткани завершается к трёхлетнему возрасту. Для этого периода характерна наивысшая активность щелочной фосфатазы, высокое содержание кальция и фосфатов в крови. Следующий период – от трёх до двенадцати лет – характеризуется относительной стабилизацией минерального обмена, что иллюстрируется наименьшими показателями активности ЩФ и наивысшим соотношением Ca/P. И, наконец, третий период дестабилизации минерального обмена – старше 12 лет проявляется изменением показателей (рост щелочной фосфатазы, неорганического фосфата, снижение кальция и соотношения Ca/P), что может быть связано как с развитием остеопороза, так и следствием ухудшения функции почек у пожилых животных.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Дарман Ю.А., Пуреховский А.Ж., Барма А.Ю. Тигринный эконет - итоги формирования сети особо охраняемых природных территорий для амурского тигра. 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.
2. Распоряжение Минприроды России от 19.09.2024 N 50-р «Об утверждении Стратегии сохранения амурского тигра в Российской Федерации до 2034 года». Консультант плюс. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_486535/f62ee45faefd8e_2a11d6d88941ac66824f848bc2/ (дата обращения 30.09.2025)
3. РБК : офиц. сайт. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.rbc.ru/industries/news/68be83a49a79470147f20e55> (дата обращения 12.09.2025).
4. Larsson M.H.M.A., Flores A.S., Fedullo J.D.L. et al. Biochemical parameters of wild felids (*Panthera leo* and *Panthera tigris altaica*) kept in captivity. Semina: Ciências Agrárias. 2017;3(2):791–800.
5. Гильмутдинов Р.Я., Малев А.В., Шаламова Г.Г. Гематологические показатели крупных диких представителей семейства кошачьих. Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2019;Т. 239, № 3:76-80. DOI 10.31588/2413-4201-1883-239-3-76-80
6. Мудрук С.С., Карпенко Л.Ю. Влияние применения кормовой добавки на основе фукусковых водорослей Белого моря на показатели минерального обмена у коров. Нормативно-правовое регулирование в ветеринарии. 2024;2: 116-119. DOI 10.52419/issn2782-6252.2024.2.116
7. Taraskin A., Bakhta A., Karpenko L. et al. Mineral metabolism in pregnant Saanen goats. Reproduction in Domestic Animals.2022;57(S1):80.

8. Васильева С.В., Карпенко Л.Ю. Биологическая химия : Учебник. Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины; 2021: 304 с.
9. Батраков А.Я., Васильев Р.М., Донская Т.К., Васильева С.В. Показатели метаболизма у высокопродуктивных коров. Ветеринария. 2012;6: 49-52.

REFERENCE

1. Darman Yu.A., Purekhovsky A.Zh., Barma A.Yu. Tiger EcoNet - Results of the Formation of a Network of Specially Protected Natural Areas for the Amur Tiger. 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: pp. 84–99. (in Russ)
2. Order of the Ministry of Natural Resources of Russia dated September 19, 2024, No. 50-р, "On Approval of the Strategy for the Conservation of the Amur Tiger in the Russian Federation until 2034." Consultant Plus. [Electronic resource]. (in Russ) Access mode: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_486535/f62ee45faefd8e2a11d6d88941ac66824f848bc2/ (accessed September 30, 2025)
3. RBC: official website. [Electronic resource] Access mode: <https://www.rbc.ru/industries/news/68be83a49a79470147f20e55> (accessed September 12, 2025).
4. Larsson M.H.M.A., Flores A.S., Fedullo J.D.L. et al. Biochemical parameters of wild felids (*Panthera leo* and *Panthera tigris altaica*) kept in captivity. Semina: Ciências Agrárias. 2017;3(2):791–800.
5. Gilmudtinov R. Ya., Malev A. V., Shalamova G. G. Hematological parameters of large wild representatives of the feline family. Scientific notes of the Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N.E. Bauman. 2019; Vol. 239, No. 3:76–80. (in Russ) DOI 10.31588/2413-4201-1883-239-3-76-80
6. Mudruk S. S., Karpenko L. Yu. Effect of using a feed additive based on White Sea fucus algae on mineral metabolism parameters in cows. Normative-legal regulation in veterinary medicine. 2024;2: 116–119. (in Russ) DOI 10.52419/issn2782-6252.2024.2.116
7. Taraskin A., Bakhta A., Karpenko L. et al. Mineral metabolism in pregnant Saanen goats. Reproduction in Domestic Animals. 2022;57(S1):80.
8. Vasilyeva S.V., Karpenko L.Yu. Biological Chemistry: Textbook. Saint Petersburg: Saint Petersburg State University of Veterinary Medicine; 2021: 304 p. (in Russ)
9. Batrakov A.Ya., Vasiliev R.M., Donskaya T.K., Vasilyeva S.V. Metabolic indices in highly productive cows. Veterinary Science. 2012;6: 49-52. (in Russ)

Поступила в редакцию / Received: 15.09.2025

Поступила после рецензирования / Revised: 29.09.2025

Принята к публикации / Accepted: 30.09.2025