

Мурзакаева Гульмира Калихановна – PhD, ветеринариялық санитариялық кафедрасының аға оқытушысы, «С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті», Қазақстан Республикасы, 010000, Астана қ., Женис даңғ 62, тел.: +77082210714, e-mail: m.gumika@list.ru.

Ергазина Асель Михайловна – PhD докторы, ветеринариялық медицина кафедрасының профессоры ассистентінің м.а., «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 110000, Қостанай қ., Байтұрсынов көш, 47., тел.: +77773760076, e-mail: ergazina.asel@mail.ru.

Жанабаева Динара Кабдуллаевна* – PhD, и.о. ассоциированного профессора кафедры ветеринарной санитарии, Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина, Республика Казахстан, 010000, г. Астана, проспект Женис, 62, тел.: +77016635238, e-mail: dinara.kausar.berik@mail.ru.

Айткожина Ботагоз Жанбыршевна – кандидат ветеринарных наук, и.о. ассоциированного профессора кафедры ветеринарной санитарии, Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина, Республика Казахстан, 010000, г. Астана, проспект Женис, 62, тел.: +77088510401, e-mail: botagoz_aitkozhina@mail.ru.

Мурзакаева Гульмира Калихановна – PhD, старший преподаватель кафедры ветеринарной санитарии, Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина, Республика Казахстан, 010000, г. Астана, проспект Женис, 62, тел.: +77082210714, e-mail: m.gumika@list.ru.

Ергазина Асель Михайловна – PhD, ассистент профессора кафедры ветеринарной медицины, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан, 110000, г. Костанай, ул. Байтұрсынова 47, тел.: +77773760076, e-mail: ergazina.asel@mail.ru.

Zhanabayeva Dinara Kabdullayevna* – PhD, acting Associate Professor of the Department of veterinary sanitation, S. Seifullin Kazakh Agro Technical Research University, Republic of Kazakhstan, 010000, Astana, 62 Zhenis Ave., tel.: +77016635238, e-mail: dinara.kausar.berik@mail.ru.

Aitkozhina Botagoz Zhanbyrshvna – Candidate of Veterinary Sciences, acting Associate Professor of the Department of veterinary sanitation, S. Seifullin Kazakh Agro Technical Research University, Republic of Kazakhstan, 010000, Astana, 62 Zhenis Ave., tel.: +77088510401, e-mail: botagoz_aitkozhina@mail.ru.

Murzakayeva Gulmira Kalikhanovna – PhD, Senior Lecturer of the Department of veterinary sanitation, S. Seifullin Kazakh Agro Technical Research University, Republic of Kazakhstan, 010000, Astana, 62 Zhenis Ave., tel.: +77082210714, e-mail: m.gumika@list.ru.

Yergazina Assel Mikhailovna – PhD, Assistant Professor of the Department of veterinary medicine, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Republic of Kazakhstan, 110000, Kostanay, 47 Baitursynov Str., tel.: +77773760076, e-mail: ergazina.asel@mail.ru.

МРНТИ 68.41.33

УДК 619.616.314-007

<https://doi.org/10.52269/NTDG254131>

ВЛИЯНИЕ ВИТАМИНА D НА РЕЗОРБЦИЮ ЗУБОВ У КОШЕК

Жабыкпаева А.Г.* – доктор PhD, ассоциированный профессор кафедры ветеринарной медицины, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», г. Костанай, Республика Казахстан.

Серикбаев А.Д. – ветеринарный врач, ветеринарная клиника «Догма», г. Костанай, Республика Казахстан.

Абилова З.Б. – доктор PhD, ассоциированный профессор кафедры ветеринарной медицины, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», г. Костанай, Республика Казахстан.

Кухар Е.В. – доктор биологических наук, профессор, НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина» г. Астана, Республика Казахстан.

Резорбция зубов у кошек (Feline Odontoclastic Resorptive Lesions, FORL) является одной из наиболее частых стоматологических патологий, сопровождающейся постепенным разрушением твёрдых тканей зуба. Этиология заболевания остаётся до конца неясной, однако в последние годы обсуждается возможная роль витамина D в регуляции минерального обмена и костной резорбции. Настоящее пилотное исследование проведено с целью оценки взаимосвязи между концентрацией 25(OH)D в сыворотке крови и распространённостью FORL у домашних кошек. В исследование

включено 18 взрослых животных. Проведены клинический осмотр, рентгенодиагностика и лабораторное определение уровня 25(OH)D. Выявлена тенденция к снижению концентрации витамина D у кошек с множественными поражениями зубов. Обнаружена статистически значимая отрицательная корреляция между уровнем 25(OH)D и количеством поражённых зубов ($r = -0.57$; $p = 0.014$). Полученные результаты позволяют предположить, что низкие концентрации витамина D могут быть фактором риска развития FORL. Результаты подчёркивают важность оценки статуса витамина D при стоматологических патологиях кошек. Проведённое исследование открывает перспективы для разработки профилактических и терапевтических подходов, направленных на снижение распространённости FORL.

Ключевые слова: кошки, резорбция зубов, FORL, витамин D, 25(OH)D, ветеринарная стоматология.

МЫСЫҚТАРДАҒЫ ТІС РЕЗОРБЦИЯСЫНА D ВИТАМИНІНІҢ ӘСЕРІ

Жабықпаева А.Г.* – PhD докторы «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай Өңірлік университеті» КЕАҚ, ветеринариялық медицина кафедрасының қауымдастырылған профессоры, Қостанай қ., Қазақстан Республикасы.

Серікбаев А.Д. – ветеринар дәрігері, «Догма» ветеринариялық клиникасы, Қостанай қ., Қазақстан Республикасы.

Абилова З.Б. – PhD докторы «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай Өңірлік университеті» КЕАҚ, ветеринариялық медицина кафедрасының қауымдастырылған профессоры, Қостанай қ., Қазақстан Республикасы.

Кухар Е.В. – биология ғылымдарының докторы, «С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті» КЕАҚ профессоры, Астана қ., Қазақстан Республикасы.

Мысықтардағы тіс резорбциясы (Feline Odontoclastic Resorptive Lesions, FORL) – бұл тіс тіндерінің біртіндеп бұзылуымен сипатталатын ең жиі кездесетін стоматологиялық аурулардың бірі болып табылады. Аурудың этиологиялық себептері әлі толық анықталмағанымен, соңғы жылдары D дәруменінің минералдық алмасуды және сүйек тіндерінің резорбциясын реттеудегі ықтимал биологиялық рөлі белсенді түрде талқылануда. Осы пилоттық ғылыми зерттеу үй мысықтарында қан сарысуындағы 25(OH)D деңгейі мен FORL таралу жиілігі арасындағы өзара байланыс пен тәуелділікті бағалау мақсатында жүргізілді. Зерттеуге барлығы 18 ересек мысық қатыстырылды. Барлық жануарларға жан-жақты клиникалық тексеріс, рентгенологиялық зерттеу және 25(OH)D деңгейін анықтауға арналған зертханалық талдау жүргізілді. Көптеген тістерінде зақымдануы бар мысықтарда D дәруменінің концентрациясы төмендеу үрдісі байқалды. 25(OH)D деңгейі мен зақымдалған тістер саны арасында статистикалық тұрғыдан маңызды теріс корреляциялық байланыс анықталды ($r = -0.57$; $p = 0.014$). Бұл нәтижелер D дәруменінің төмен деңгейі FORL ауруының даму қаупін арттыратын факторлардың бірі болуы мүмкін екенін болжауға мүмкіндік береді. Алынған қорытындылар мысықтардағы стоматологиялық патологияларды бағалау кезінде D дәрумені статусының маңыздылығын көрсетеді және бұл бағытта профилактикалық әрі терапевтикалық тәсілдерді жетілдіруге жаңа ғылыми мүмкіндіктер ашады.

Түйінді сөздер: мысықтар, тіс резорбциясы, FORL, D витамині, 25(OH)D, ветеринариялық стоматология.

INFLUENCE OF VITAMIN D ON TOOTH RESORPTION IN CATS

Zhabypayeva A.G.* – PhD, Associate Professor of the Department of veterinary medicine, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

Serikbayev A.D. – Veterinarian, “Dogma” veterinary clinic, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

Abilova Z.B. – PhD, Associate Professor of the Department of veterinary medicine, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

Kukhar Y.V. – Doctor of Biological Sciences, Professor, S. Seifullin Kazakh Agro Technical Research University NCJSC, Astana, Republic of Kazakhstan.

Feline tooth resorption (Feline Odontoclastic Resorptive Lesions, FORL) is one of the most common dental disorders in domestic cats, characterized by the progressive destruction of hard dental tissues. Although the exact etiology remains unclear, recent research has suggested a potential role of vitamin D in regulating mineral metabolism and bone resorption. This pilot study aimed to evaluate the relationship between serum 25(OH)D concentration and the prevalence of FORL in domestic cats. Eighteen adult cats were examined clinically, underwent dental radiography, and had serum 25(OH)D levels measured. Cats with multiple tooth lesions showed a trend toward lower vitamin D concentrations. A statistically significant negative correlation was found between serum 25(OH)D levels and the number of affected teeth ($r = -0.57$; $p = 0.014$). The findings

suggest that vitamin D deficiency may be a potential risk factor for the development of FORL. These results highlight the importance of assessing vitamin D status in feline dental disorders and open new perspectives for developing preventive and therapeutic strategies to reduce FORL prevalence.

Key words: cats, tooth resorption, FORL, vitamin D, 25(OH)D, veterinary dentistry.

Введение

Резорбция зубов (FORL, feline odontoclastic resorptive lesion, также называемая TR – tooth resorption) – это стоматологическое поражение, при котором постепенно разрушаются твердые ткани зуба (цемент, дентин, иногда эмаль), в основном в следствии активности одонтокластов (аналога остеокластов) [1, с.167; 2, с. 792]. Остеокластные резорбтивные поражения у кошек характеризуются обширной резорбцией зуба, что приводит к его перелому корня и последующей потере [3, с. 791]. Такие поражения встречаются в стоматологии человека, у многих млекопитающих, но именно у кошек FORL – одна из наиболее распространенных стоматологических проблем, поражающих приблизительно одну треть домашних кошек, причем распространенность увеличивается с возрастом [4, с. 1; 5, с. 914; 6 с. 38].

При рентгенологическом исследовании поражения обнаруживаются почти в два раза чаще чем при визуальном осмотре, такие различия в выявлении связаны с особенностями обследуемых популяций и методикой диагностики [7, с. 440].

Хотя FORL была впервые описана ещё в 1920-х годах, интерес к этой патологии существенно возрос в середине XX века, возможно в связи с изменениями в содержании кошек, питании, генетике и продолжительности жизни [8, с. 80].

Несмотря на многолетние исследования, этиология заболевания остаётся неясной. Среди возможных факторов – воспаление пародонта, вирусные инфекции, механическая нагрузка, а также нарушения обмена кальция и витамина D [9, с. 77]. Витамин D играет важную роль в регуляции кальциево-фосфорного гомеостаза и ремоделировании костной ткани. Известно, что кошки не синтезируют витамин D в коже под действием ультрафиолета и полностью зависят от его поступления с кормом. Предполагается, что дисбаланс витамина D (как избыток, так и дефицит) может способствовать развитию патологических процессов в твердых тканях зуба [10, с. 1].

Недавние исследования изучали потенциальную связь с уровнем витамина D. Reiter et al. (2005) предположили, что хронический избыток диетического витамина D может вызывать FORL, отметив, что экспериментальное введение витамина D лабораторным животным вызывало изменения зубов, напоминающие гистопатологию FORL. Однако последующее исследование Girard et al. (2010), в котором изучались кошки, которых кормили сухими кормами премиум-класса, дало противоречивые результаты [4, с. 2; 7, с. 441].

Причины возникновения FORL и высокая частота у кошек до конца не ясны. Было высказано предположение, что у кошек с высоким уровнем FORL чаще встречаются повышенные концентрации витамина D (25-OH-D) в крови, хотя и в пределах нормы [4, с.2]. Однако другие работы не нашли статистически значимых различий в уровне 25-OH-D между кошками с FORL и без них [7, с.441].

Цель данного исследования – оценка корреляции между концентрацией витамина D в сыворотке крови и распространённостью FORL.

Задачи настоящего исследования:

1. Проведение клинического и рентгенологического обследования кошек для выявления FORL.
2. Определение концентрации 25-OH-D в сыворотке крови у здоровых домашних кошек и с резорбцией зубов.
3. Анализ связи уровня витамина D с распространённостью FORL.

Материалы и методы. Исследования проводились на базе ветеринарной клиники «Догма», г. Костанай и выполнены в формате пилотного наблюдательного когортного анализа. В исследования были включены 18 домашних кошек (10 самок и 8 самцов) в возрасте от 3 до 12 лет, средний возраст – $7,4 \pm 2,6$ лет, масса тела – $5,1 \pm 0,6$ кг, разных пород (в том числе европейская короткошёрстная, короткошёрстные беспородные (DSH), мейн-кун, персидская). По полу: самки (2 intactных и 8 кастрированных) и самцы (5 кастрированных и 3 некастрированных). Все животные содержались в домашних условиях, 14 кошек получали сухой корм премиум-класса с содержанием витамина D 800-1500 МЕ/кг сухого вещества, 4 – комбинированное питание (сухой корм и домашняя пища).

Критерии включения: отсутствие системных заболеваний, не менее 24 постоянных зубов, отсутствие недавнего лечения кортикостероидами или витаминными добавками.

Диагностика проводилась согласно рекомендациям AVDC (2022) и AAHA (2023) и включала:

1. Клинический осмотр: оценка общего состояния, слизистых, лимфоузлов и поведения.
2. Оральное обследование без седации: визуальный осмотр зубного ряда по схеме Triadan, оценка боли и кровоточивости [11, с. 1; 12, с. 85].
3. Осмотр под седацией (медетомидин 10 мкг/кг + буторфанол 0,2 мг/кг): зондирование зубов, определение глубины пародонтальных карманов.
4. Рентгенодиагностика: внутриротовая рентгенография аппаратом «Planmeca ProX» с цифровым датчиком.

5. Лабораторные исследования: определение уровня 25(OH)D (ИФА, ID-Vet Diagnostics), общего кальция и фосфора.

Критерии подтверждения FORL: наличие как минимум двух из трёх признаков – клинические изменения, рентгенологическая резорбция, отсутствие пародонтита.

Статистическая обработка проводилась с использованием методов описательной статистики, корреляционного анализа Пирсона, уровень значимости $p < 0.05$ считался достоверным. Обработка данных – в программе GraphPad Prism 10.

Все процедуры проводились в соответствии с требованиями статьи 14 и статьи 19 Закона Республики Казахстан «Об ответственном обращении с животными» и закона «О ветеринарии» и с соблюдением принципов гуманного обращения с животными.

Результаты. В результате клинического исследования из 18 кошек у 11 (61%) отмечались выраженные общие клинические признаки: гиперсаливация – у 6 (33%); снижение аппетита и отказ от сухого корма – у 9 (50%); галитоз – у 10 (56%); раздражительность при прикосновении к морде – у 5 (28%); потеря массы тела – у 4 (22%).

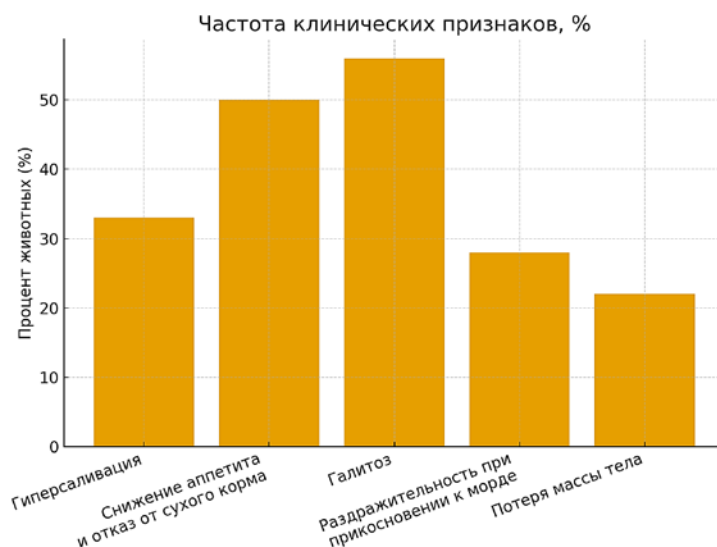


Рисунок 1 – Общие клинические признаки при резорбции зубов у кошек

При осмотре полости рта выявлены: эритема и отёк десневого края – у 12 (67%) кошек; кровоточивость при зондировании – у 9 (50%); рецессия десны – у 6 (33%); зубной камень – у 13 (72%).

При дифференциации по классификации AVDC (2022) выявлено:

Тип 1 (воспалительный) – 7 кошек (39%);

Тип 2 (замещающий) – 9 кошек (50%);

Смешанный тип – 2 кошки (11%).

Рентген-картина пораженных зубов кошек отражена на рисунках 2-5.

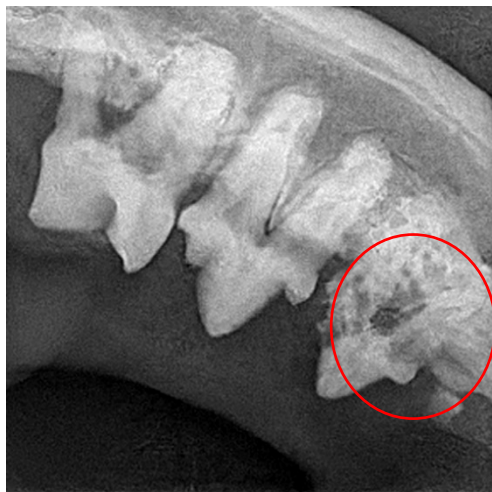


Рисунок 2 – Резорбция зубов у кошки

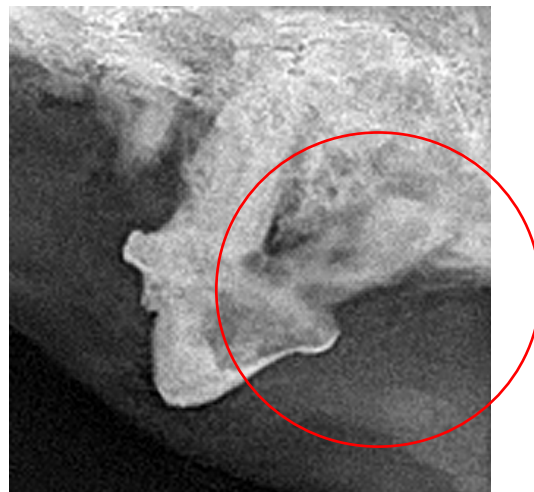


Рисунок 3 – Резорбция зубов и парадонтит 2 степени у кошки

На рентгенограммах 2, 3 отмечается нечёткий контур корней зубов, местами сливающийся с костью альвеолы – это признак резорбции твёрдых тканей зуба. Корни частично разрушены, видны участки замещения резорбированного дентина и цемента костной тканью. Коронки зубов также демонстрируют очаги потери плотности. Межзубные перегородки неравномерные, воспалительная реакция в окружающих тканях (периодонтит). На рисунке 2 разрушение корней зуба и нечеткость структуры – наиболее выражены у первого моляра нижней челюсти (M1, зуб №409 по системе Triadan)

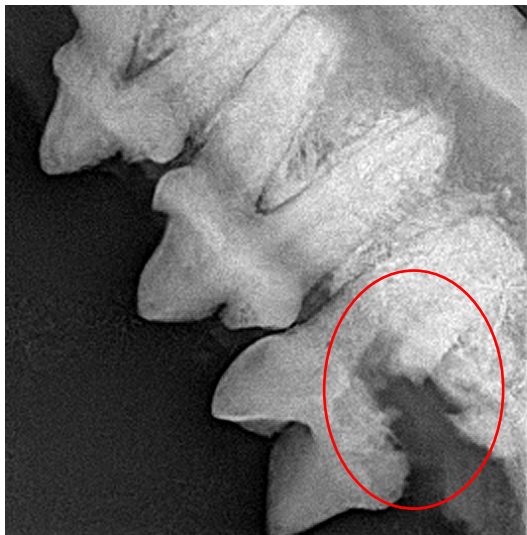


Рисунок 4 – Резорбция корней нижнего (зуб №409)



Рисунок 5 – Резорбция нижнего первого моляра четвертого премоляра (зуб №408)

В результате определения концентрации витамина D (25(OH)D) в сыворотке крови у домашних кошек с различным статусом зубной резорбции и без неё были получены следующие данные (таблица 1). Среднее значение 25(OH)D составило $174,3 \pm 56,2$ нмоль/л при диапазоне значений от 98 до 245 нмоль/л.

Таблица 1 – Уровень 25(OH)D и число пораженных зубов у обследованных кошек

№ кошки	Пол	Уровень 25(OH)D (нмоль/л)	Количество поражённых зубов	Тип FORL
1	♀	112	5	II
2	♂	125	4	II
3	♀	132	6	II
4	♂	140	3	I
5	♀	145	4	I
6	♂	150	3	II
7	♀	155	2	I
8	♂	160	1	I
9	♀	168	2	II
10	♂	178	3	II
11	♀	185	1	I
12	♀	192	2	II
13	♂	205	1	I
14	♀	215	1	I
15	♀	220	0	-
16	♂	226	1	II
17	♀	235	0	-
18	♂	245	0	-

При анализе данных таблицы 1, из 18 обследованных животных у 15 кошек (83%) выявлены признаки зубной резорбции (FORL), у 3 кошек (№ 15, 17, 18; 17%) резорбция отсутствовала. При этом минимальные уровни витамина D зарегистрированы у животных с наибольшим количеством поражённых зубов (112–145 нмоль/л), а максимальные значения (220–245 нмоль/л) – у клинически здоровых животных без резорбции.

Проведённый корреляционный анализ (рисунок 5 показал наличие умеренной отрицательной связи между концентрацией 25(OH)D и числом поражённых зубов ($r = -0,54$, $p = 0,032$). Это свидетельствует о том, что при снижении уровня витамина D в сыворотке крови наблюдается увеличение количества зубов, поражённых резорбцией.

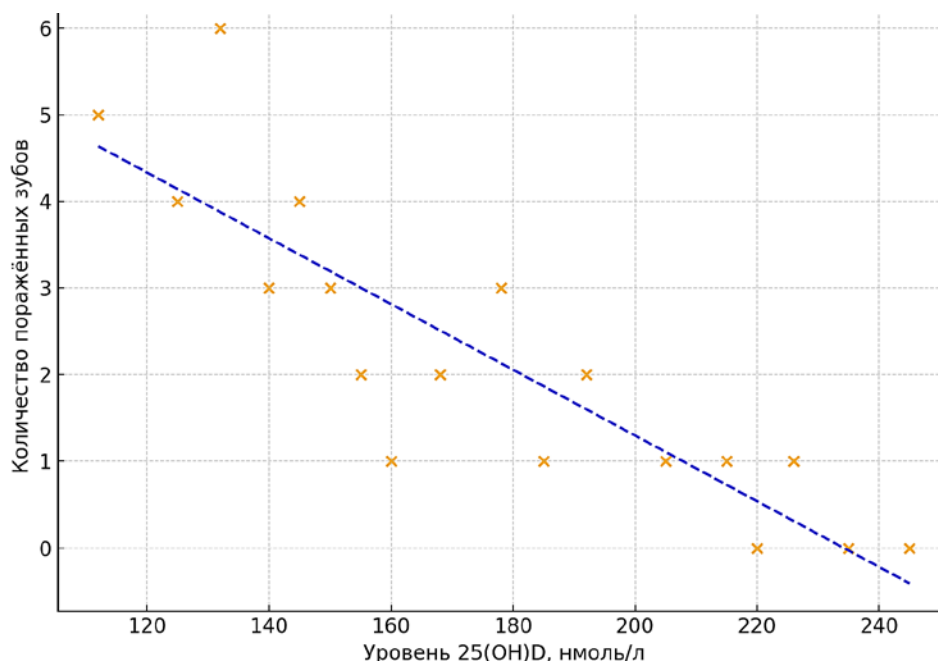


Рисунок 5 – Корреляция между уровнем 25(OH)D и числом поражённых зубов у кошек

Кошки с выраженной резорбцией (тип FORL II, 4–6 поражённых зубов) имели концентрацию витамина D ниже 140–150 нмоль/л. У животных с лёгкой формой (тип I, 1–3 поражённых зуба) уровень 25(OH)D находился в пределах 145–192 нмоль/л. У здоровых кошек без признаков резорбции концентрация витамина D превышала 220 нмоль/л.

Полученные результаты позволяют предположить, что дефицит или субоптимальный уровень витамина D может являться фактором риска развития зубной резорбции (FORL) у кошек.

Витамин D участвует в регуляции метаболизма кальция и фосфора, а также в ремоделировании костной ткани, включая цемент и дентин. Его недостаток способен усиливать активность одонтокластов и способствовать рассасыванию твёрдых тканей зуба.

Таким образом, у кошек с низкими концентрациями 25(OH)D чаще выявляется множественная резорбция зубов II типа, тогда как нормальные или повышенные уровни витамина D ассоциированы с отсутствием патологических изменений.

Обсуждение

Полученные результаты подтверждают, что существует взаимосвязь между концентрацией 25(OH)D в сыворотке крови и распространённостью резорбции зубов (FORL) у домашних кошек. Выявленная отрицательная корреляция ($r = -0,54$; $p = 0,032$) указывает на то, что при снижении уровня витамина D увеличивается количество поражённых зубов. Эти данные согласуются с гипотезой о возможной роли витамина D в патогенезе одонтокластической резорбции, которая была ранее предложена рядом исследователей.

Известно, что витамин D регулирует процессы кальцификации и ремоделирования твёрдых тканей, влияя на активность остео- и одонтокластов. Его недостаток может способствовать повышенной активности резорбции дентина и цемента, что согласуется с наблюдаемыми изменениями у животных с низким уровнем 25(OH)D. При этом у кошек с множественными поражениями (тип FORL II) концентрации витамина D находились в диапазоне 112–145 нмоль/л, что значительно ниже, чем у здоровых животных (220–245 нмоль/л) [13, с. 626; 14 с. 2].

Полученные данные не исключают возможности, что дефицит витамина D не является непосредственной причиной развития FORL, а отражает вторичные нарушения обмена веществ, связанные с хроническими воспалительными процессами или изменением метаболизма в тканях зуба. Тем не менее, установленная тенденция подтверждает, что уровень витамина D может быть одним из факторов риска, влияющих на выраженность резорбции.

Сравнение с результатами других исследований показывает противоречивость данных. Так, Reiter et al. (2005) указывали на роль избытка витамина D в провоцировании патологических изменений зубов, тогда как Girard et al. (2010) не обнаружили значимой связи между уровнем витамина D и

наличием FORL у кошек, получавших промышленный корм. Наши данные, напротив, свидетельствуют о том, что низкие концентрации 25(OH)D могут быть более тесно связаны с выраженностью резорбтивных процессов. Эти расхождения, вероятно, обусловлены различиями в методах определения, особенностями кормления и географическими факторами.

Следует также учитывать, что кошки, в отличие от человека, не способны синтезировать витамин D под воздействием ультрафиолета, полностью зависят от его поступления с кормом. Поэтому даже умеренные колебания содержания витамина D в рационе могут оказывать значимое влияние на его концентрацию в сыворотке и, соответственно, на состояние твёрдых тканей зубов [15, с. 172; 16 с. 1107].

Таким образом, полученные результаты позволяют предположить, что гиповитаминоз D может способствовать повышению активности одонтокластов и развитию резорбции зубов. Однако для окончательного подтверждения данной гипотезы необходимы более масштабные исследования с учётом факторов питания, породных различий и длительности воздействия дефицита витамина D.

Заключение

1. Резорбция зубов (FORL) является распространённой стоматологической патологией у кошек, выявленной у 83% обследованных животных.

2. Установлена статистически значимая отрицательная корреляция между уровнем 25(OH)D и количеством поражённых зубов ($r = -0,54$; $p = 0,032$), что указывает на возможную роль дефицита витамина D в патогенезе FORL.

3. Кошки с выраженной резорбцией (тип II) имели более низкие концентрации витамина D (112–145 нмоль/л) по сравнению со здоровыми животными (220–245 нмоль/л).

4. Полученные данные позволяют рассматривать низкие уровни витамина D как возможный фактор риска развития FORL и свидетельствуют о необходимости контроля витаминного статуса у домашних кошек.

5. Для уточнения механизмов патогенетической связи между витамином D и резорбцией зубов требуются дальнейшие исследования с расширенной выборкой и учётом диетических и генетических факторов.

ЛИТЕРАТУРА:

1. **Booij-Vrieling, H.E., Tryfonidou, M.A., Riemers, F.M., Penning, L.C., Hazewinkel, H.A.W. Inflammatory and mechanical factors involved in feline odontoclastic resorptive lesions** [Text] / H.E. Booij-Vrieling, M.A. Tryfonidou, F.M. Riemers, L.C. Penning, H.A.W. Hazewinkel // *Journal of Veterinary Dentistry*. – 2009. – Vol. 26 (3). – P. 167–175.

2. **Muzylak, M., Arnett T., Price, J., Horton M. The in vitro effect of pH on osteoclasts and bone resorption in the cat: Implications for the pathogenesis of FORL** [Text] / M. Muzylak, T. Arnett, J. Price, M. Horton // *Journal of Cellular physiology*. – 2007. – P. 791–837. <https://doi.org/10.1002/jcp.21103>.

3. **Reiter, A.M., Mendoza, K.A. Feline odontoclastic resorptive lesions: an unsolved enigma in veterinary dentistry** [Text] / A.M. Reiter, K.A. Mendoza // *The Veterinary Clinics of North America. Small Animal Practice*. – 2002. – Vol. 32, No. 4. – P. 791–837. – DOI: [[https://doi.org/10.1016/S0195-5616\(02\)00027-X](https://doi.org/10.1016/S0195-5616(02)00027-X)] <https://doi.org/10.1016/S0195-5616%2802%2900027-X>.

4. **Lee, S., Bush, S.J., Thorne, S., Mawson, N., Farquharson, C., Bergkvist, G.T. Transcriptomic profiling of feline teeth highlights the role of matrix metalloproteinase 9 (MMP9) in tooth resorption** [Text] / S. Lee, S.J. Bush, S. Thorne, N. Mawson, C. Farquharson, G.T. Bergkvist // *Scientific Reports*. – 2020. – Vol. 10. – Article 19702. – DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-75998-3>.

5. **Reiter, A.M., Lewis, J.R., Okuda, A. Update on the etiology of tooth resorption in domestic cats** [Text] / A.M. Reiter, J.R. Lewis, A. Okuda // *The Veterinary Clinics of North America. Small Animal Practice*. – 2005. – Vol. 35, No. 4. – P. 913–942. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cvs.2005.03.006>.

6. **Gorrel, C. Tooth resorption in cats** [Text] / C. Gorrel // *Journal of Feline Medicine and Surgery*. – 2015. – Vol. 17 (1). – P. 37–43. – DOI: <https://doi.org/10.1177/1098612X14560098>.

7. **Ingham, K.E., Gorrel, C., Blackburn, J., Farnsworth, W. Prevalence of feline odontoclastic resorptive lesions in a population of clinically healthy cats** [Text] / K.E. Ingham, C. Gorrel, J. Blackburn, W. Farnsworth // *Journal of Small Animal Practice*. – 2001. – Vol. 42 (9). – P. 439–443. – DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1748-5827.2001.tb02497.x>.

8. **Girard, N., Servet, E., Biourge, V., Hennet, P. Feline tooth resorptions and vitamin D status: a cross-sectional study** [Text] / N. Girard, E. Servet, V. Biourge, P. Hennet // *Journal of Veterinary Dentistry*. – 2010. – Vol. 27 (2). – P. 78–83. – DOI: <https://doi.org/10.1177/089875641002700301>.

9. **Zhang, P., Cupp, C., Kerr, W. Vitamin D status in cats with and without tooth resorptive lesions** [Text] / P. Zhang, C. Cupp, W. Kerr // *Compendium on Continuing Education for the Practising Veterinarian*. – 2006. – Vol. 28. – P. 77.

10. **Lommer, M.J. Pathophysiology of feline tooth resorption** [Text] / M.J. Lommer // *Frontiers in Veterinary Science*. – 2022. – Vol. 9. – Article 912345.

11. **AVDC. Nomenclature and classification of tooth resorption in cats** [Text] // American Veterinary Dental College Guidelines. – 2022. – URL: <https://avdc.org/avdc-nomenclature/> (дата обращения: 06.11.2025).
12. **AAHA. Dental care guidelines for dogs and cats** [Text] // Journal of the American Animal Hospital Association. – 2023. – Vol. 59 (2). – P. 85–102.
13. **DeLaurier, A., Boyde, A., Jackson, B., Horton, M.A., Price, J.S. Identifying early osteoclastic resorptive lesions in feline teeth: a model for understanding the origin of multiple idiopathic root resorption** [Text] / A. DeLaurier, A. Boyde, B. Jackson, M.A. Horton, J.S. Price // Journal of Periodontal Research. – 2009. – Vol. 44 (5). – P. 626–635. – DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1600-0765.2008.01123.x>.
14. **Thomas, S., Lappin, D., Nile, C., Spears, J., Bennett, D., Brandt, B., Riggio, M. Microbiome analysis of feline odontoclastic resorptive lesion (FORL) and feline oral health** [Text] / S. Thomas, D. Lappin, C. Nile, J. Spears, D. Bennett, B. Brandt, M. Riggio // Journal of Medical Microbiology. – 2021. – Vol. 70 (6). – Article 001353. – DOI: <https://doi.org/10.1099/jmm.0.001353>.
15. **Gauthier, O., Boudigues, S., Pilet, P., Aguado, E., Heymann, D., Daculsi, G. Scanning electron microscopic description of cellular activity and mineral changes in feline odontoclastic resorptive lesions** [Text] / O. Gauthier, S. Boudigues, P. Pilet, E. Aguado, D. Heymann, G. Daculsi // Journal of Veterinary Dentistry. – 2001. – Vol. 18 (4). – P. 171–176.
16. **DeLaurier, A., Boyde, A., Horton, M.A., Price, J.S. A scanning electron microscopy study of idiopathic external tooth resorption in the cat** [Text] / A. DeLaurier, A. Boyde, M.A. Horton, J.S. Price // Journal of Periodontology. – 2005. – Vol. 76 (7). – P. 1106–1112.

REFERENCES:

1. **Booij-Vrieling H.E., Tryfonidou M.A., Riemers F.M., Penning L.C., Hazewinkel H.A.W. Inflammatory and mechanical factors involved in feline odontoclastic resorptive lesions.** *Journal of Veterinary Dentistry*, 2009, vol. 26(3), pp. 167–175.
2. **Muzylak M., Arnett T., Price J., Horton M. The in vitro effect of pH on osteoclasts and bone resorption in the cat: Implications for the pathogenesis of FORL.** *Journal of Cellular Physiology*, 2007, pp. 791–837. <https://doi.org/10.1002/jcp.21103>
3. **Reiter A.M., Mendoza K.A. Feline odontoclastic resorptive lesions: an unsolved enigma in veterinary dentistry.** *The Veterinary Clinics of North America. Small Animal Practice*, 2002, vol. 32(4), pp. 791–837. [https://doi.org/10.1016/S0195-5616\(02\)00027-X](https://doi.org/10.1016/S0195-5616(02)00027-X)
4. **Lee S., Bush S.J., Thorne S., Mawson N., Farquharson C., Bergkvist G.T. Transcriptomic profiling of feline teeth highlights the role of matrix metalloproteinase 9 (MMP9) in tooth resorption.** *Scientific Reports*, 2020, vol. 10, art. 19702. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-75998-3>
5. **Reiter A.M., Lewis J.R., Okuda A. Update on the etiology of tooth resorption in domestic cats.** *The Veterinary Clinics of North America. Small Animal Practice*, 2005, vol. 35(4), pp. 913–942. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2005.03.006>
6. **Gorrel C. Tooth resorption in cats.** *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 2015, vol. 17(1), pp. 37–43. <https://doi.org/10.1177/1098612X14560098>
7. **Ingham K.E., Gorrel C., Blackburn J., Farnsworth W. Prevalence of feline odontoclastic resorptive lesions in a population of clinically healthy cats.** *Journal of Small Animal Practice*, 2001, vol. 42(9), pp. 439–443. <https://doi.org/10.1111/j.1748-5827.2001.tb02497.x>
8. **Girard N., Servet E., Biourge V., Hennet P. Feline tooth resorptions and vitamin D status: a cross-sectional study.** *Journal of Veterinary Dentistry*, 2010, vol. 27(2), pp. 78–83. <https://doi.org/10.1177/089875641002700301>
9. **Zhang P., Cupp C., Kerr W. Vitamin D status in cats with and without tooth resorptive lesions.** *Compendium on Continuing Education for the Practising Veterinarian*, 2006, vol. 28, p. 77.
10. **Lommer M.J. Pathophysiology of feline tooth resorption.** *Frontiers in Veterinary Science*, 2022, vol. 9, art. 912345.
11. **American Veterinary Dental College (AVDC). Nomenclature and classification of tooth resorption in cats.** AVDC Guidelines, 2022. Available at: <https://avdc.org/avdc-nomenclature/> (accessed 06 November 2025)
12. **American Animal Hospital Association (AAHA). Dental care guidelines for dogs and cats.** *Journal of the American Animal Hospital Association*, 2023, vol. 59(2), pp. 85–102.
13. **DeLaurier A., Boyde A., Jackson B., Horton M.A., Price J.S. Identifying early osteoclastic resorptive lesions in feline teeth: a model for understanding the origin of multiple idiopathic root resorption.** *Journal of Periodontal Research*, 2009, vol. 44(5), pp. 626–635. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0765.2008.01123.x>
14. **Thomas S., Lappin D., Nile C., et al. Microbiome analysis of feline odontoclastic resorptive lesion (FORL) and feline oral health.** *Journal of Medical Microbiology*, 2021, vol. 70(6), art. 001353. <https://doi.org/10.1099/jmm.0.001353>

15. Gauthier O., Boudigues S., Pilet P., et al. Scanning electron microscopic description of cellular activity and mineral changes in feline odontoclastic resorptive lesions. *Journal of Veterinary Dentistry*, 2001, vol. 18(4), pp. 171–176.

16. DeLaurier A., Boyde A., Horton M.A., Price J.S. A scanning electron microscopy study of idiopathic external tooth resorption in the cat. *Journal of Periodontology*, 2005, vol. 76(7), pp. 1106–1112.

Сведения об авторах:

Жабыкпаева Айгуль Габызхановна* – доктор PhD, ассоциированный профессор кафедры ветеринарной медицины, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан, 110000, г. Костанай, ул. Маяковского 99 к.1, тел.: +77027971212, e-mail: aigulkru@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0007-7650-3527>.

Серикбаев Адильхан Дулатович – ветеринарный врач, ветеринарная клиника «Догма», Республика Казахстан, 110000, г. Костанай, тел.: +77055595378, e-mail: serikbaev@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-0333-0780>.

Абилова Зулкыя Бахытбековна – доктор PhD, ассоциированный профессор кафедры ветеринарной медицины, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан, 110000, г. Костанай, ул. Маяковского 99 к.1, тел.: +77783372152, e-mail: zulkiaabilova@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-0333-0780>.

Кухар Елена Владимировна – доктор биологических наук, профессор, НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина» Республика Казахстан, 110000, г. Астана, Женис 62, тел.: +77023324929, e-mail: kucharev@mail.ru, <https://orcid.org/0000-00Q3-3794-434X>.

Жабыкпаева Айгуль Габызхановна* – PhD докторы «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, ветеринариялық медицина кафедрасының қауымдастырылған профессоры, Қазақстан Республикасы, 110000, Қостанай қ., Маяковский көш, 99 к.1, тел.: +77027971212; e-mail: aigulkru@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0007-7650-3527>.

Серикбаев Адильхан Дулатович – ветеринар дәрігер, «Догма» ветеринариялық клиникасы, Қазақстан Республикасы, 110000, Қостанай қ., тел.: +77055595378; e-mail: serikbaev@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-0333-0780>.

Абилова Зулкыя Бахытбековна – PhD докторы «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай Өңірлік университеті» КЕАҚ, ветеринариялық медицина кафедрасының қауымдастырылған профессоры, Қазақстан Республикасы, 110000, Қостанай қ., Маяковский көш, 99 к.1, тел.: +77783372152; e-mail: zulkiaabilova@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-0333-0780>.

Кухар Елена Владимировна – биология ғылымдарының докторы, «С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті» КЕАҚ профессоры, Қазақстан Республикасы, 110000, Астана қ., Жеңіс даңғылы, 62, тел.: +77023324929; e-mail: kucharev@mail.ru, <https://orcid.org/0000-00Q3-3794-434X>.

Zhabykpayeva Aigul Gabyzkhanovna* – PhD, Associate Professor of the Department of veterinary medicine, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Republic of Kazakhstan, 110000, Kostanay, 99k1 Mayakovskiy Str., tel.: +77027971212, e-mail: aigulkru@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0007-7650-3527>.

Serikbayev Adilkhan Dulatovich – Veterinarian, “Dogma” veterinary clinic, Republic of Kazakhstan, 110000, Kostanay, tel.: +77055595378, e-mail: serikbaev@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-0333-0780>.

Abilova Zulkya Bakhytbekovna – PhD, Associate Professor of the Department of veterinary medicine, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Republic of Kazakhstan, 110000, Kostanay, tel.: +77783372152, e-mail: zulkiaabilova@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-0333-0780>.

Kukhar Yelena Vladimirovna – Doctor of Biological Sciences, Professor, S.Seifullin Kazakh Agro Technical Research University NCJSC, Republic of Kazakhstan, 110000, Astana, 62 Zhenis Ave., tel.: +77023324929, e-mail: kucharev@mail.ru, <https://orcid.org/0000-00Q3-3794-434X>.

IRSTI 68.41.53

UDC 619:616.24-002.22/.28.557.08-577

<https://doi.org/10.52269/NTDG254139>

MODERN MOLECULAR BIOLOGICAL METHODS OF DIAGNOSTICS OF BOVINE BRUCELLOSIS USING POLYMERASE CHAIN REACTION (PCR)

Kulmaganbetova N.Zh. – Researcher, Department of bacteriology, Kazakh Scientific Research Veterinary Institute LLP, Almaty, Republic of Kazakhstan.