

Гистохимические изменения зачатков зубов и челюстей лабораторных крыс при воздействии экотоксикантов и при перинатальной профилактике

О.С. Чуйкин¹, Г. Р. Шакирова², Н.В. Кудашкина¹, С.В. Аверьянов¹, Н.В. Макушева¹

¹Башкирский государственный медицинский университет, Уфа, Российская Федерация

²Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К.И. Скрябина, Москва, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Актуальность. Необоснованно объемные выбросы загрязняющих веществ в окружающую среду, необдуманное использование природных ресурсов и сырьевая направленность экспорта привели к экологическому кризису во многих районах.

Цель. Изучить влияние экотоксикантов на гистохимическое строение зачатков зубов и челюстных костей лабораторных крыс и способы снижения этого влияния при перинатальной профилактике.

Материалы и методы. Эксперимент проводили на белых беспородных крысах массой 180–250 г. Всего в эксперименте было задействовано 50 животных. Все животные были разделены на пять групп: контрольную и четыре опытных. Всех животных опытных групп подвергали ингаляционному воздействию паров бензина и формальдегида, в 1-й (контрольной) группе применялось только отравление экотоксикантами, во 2-й группе на фоне отравления экотоксикантами применяли пептинсорбент, в 3-й – мембранопротектор – лимонник, в 4-й – свеклу, в 5-й опытной группе – пептинсорбент, мембранопротектор и свеклу.

Результаты. При изучении гистохимических препаратов, окружающих зубные зачатки тканей у крысят, родившихся от крыс контрольной группы после отравления экотоксикантами, отмечался факт повышенного содержания тучных клеток в тканях по сравнению с интактными крысами. У крыс 2-й группы на гистохимических препаратах количество и характеристика тучных клеток почти не отличались от контрольной группы после отравления экотоксикантами. У крыс 3-й группы количество тучных клеток было немного меньше, чем в контрольной группе. У 4-й группы количество тучных клеток было ненамного меньше, чем в контрольной группе. У крыс 5-й группы количество тучных клеток заметно уменьшалось в сравнении с контрольной и другими опытными группами.

Заключение. Таким образом, при субхроническом отравлении беременных самок крыс экотоксикантами в тканях десны у рожденных крысят на фоне нарушения микроциркуляции повышается количество тучных клеток. После использования для кормления беременных крыс комбинированной смеси (пептинсорбент + мембранопротектор лимонник + свекла) у рожденных крысят количество тучных клеток в тканях десны достоверно снижается и приближается к показателям нормы.

Ключевые слова: гистогенез, зачаток зуба, перинатальная профилактика, экотоксиканты, кость.

Для цитирования: Чуйкин ОС, Шакирова ГР, Кудашкина НВ, Аверьянов СВ, Макушева НВ. Гистохимические изменения зачатков зубов и челюстей лабораторных крыс при воздействии экотоксикантов и при перинатальной профилактике. *Стоматология детского возраста и профилактика*. 2023;23(2):114–123. DOI: 10.33925/1683-3031-2023-578.

Histochemical changes in the tooth and jaw germs of laboratory rats under the influence of ecotoxikants and during perinatal prevention

O.S. Chuikin¹, G.R. Shakirova², N.V. Kudashkina¹, S.V. Averyanov¹, N.V. Makusheva¹

¹Bashkir State Medical University, Ufa, Russian Federation

²Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA named after K.I. Scriabin, Moscow, Russian Federation

ABSTRACT

Relevance. Unreasonably high pollutant emissions into the environment, the ill-considered use of natural resources and the raw material orientation of exports have led to an environmental crisis in many areas.

Purpose. To study the effect of ecotoxins on the histochemical structure of tooth and jaw germs in laboratory rats and ways to reduce this effect during perinatal prevention.

Materials and methods. The experiment included 50 white outbred rats weighing 180-250 grams. All animals formed five groups: 1 control and four experimental. All animals of the experimental groups were subject to gasoline and formaldehyde vapours inhalation exposure; Group 1 (control) was subject to only poisoning with ecotoxins, Group 2 had peptinsorbent associated with ecotoxin poisoning, Group 3 – a membrane protector – magnolia vine, Group 4 – beet, Group 5 – peptinsorbent, membrane protector and beet.

Results. The histochemical study of tissues around the tooth germs in pup rats born from the control group rats after poisoning with ecotoxins revealed an increased mast cell number in the tissues compared to intact rats. The samples of Group 2 rats showed that the mast cell number and characteristics practically did not differ from the control group after ecotoxin poisoning. In the rats of Group 3, the number of mast cells was slightly lower than in the control group. In Group 4, the number of mast cells was not significantly lower than in the control group. In the rats of Group 5, the number of mast cells significantly decreased compared to the control and other experimental groups.

Conclusion. Thus, during subchronic poisoning of pregnant female rats with ecotoxins, the number of mast cells in the gingiva of rat pups increases against the background of microcirculation disorders. The number of mast cells in gingiva significantly decreases and approaches the normal values in rat pups after feeding pregnant rats with the combined mixture (peptinsorbent+membrane protector Schisandra+beetroot).

Key words: histogenesis, tooth germ, perinatal prevention, ecotoxins, bone.

For citation: Chuikin OS, Shakirova GR, Kudashkina NV, Averyanov SV, Makusheva NV. Histochemical changes in the tooth and jaw germs of laboratory rats under the influence of ecotoxins and during perinatal prevention. *Pediatric dentistry and dental prophylaxis*. 2023;23(2):114-123 (In Russ.). DOI: 10.33925/1683-3031-2023-578.

АКТУАЛЬНОСТЬ

Необоснованно объемные выбросы загрязняющих веществ в окружающую среду, необдуманное использование природных ресурсов и сырьевая направленность экспорта привели к экологическому кризису во многих районах. Протяженные площади вокруг городов с нефтяной промышленностью загрязнены азотными соединениями, тяжелыми металлами, хлоро-, фосфоро-, металлоорганическими ядохимикатами, алколоидами, нефтепродуктами и другими токсичными веществами.

Многие исследователи изучают влияние различных антропогенных факторов и экотоксикантов на живой организм [1-3].

Мире О. и Хессель Э. говорят о том, что даже незначительное воздействие токсикантов, которые практически не действуют на взрослых, могут нарушить развитие и созревание мозга у плода [4]. Ортега Р. и Кармона А. пишут о воздействии металлических нейротоксикантов в окружающей среде на развитие нервной системы у детей вплоть до процессов нейродегенерации [5].

Смит М. пишет о том, что любые экотоксиканты нужно рассматривать с точки зрения их способности вызывать онкологические заболевания или другие неблагоприятные последствия. Исследователь выделяет ключевые характеристики веществ и отмечает, что некоторые из характеристик разных химических соединений являются общими для эндокринных, репродуктивных, гепато- и сердечно-сосудистых токсикантов, в то время как другие могут быть высокоспецифичными [6].

Кочи К., Ахмад Ш., Салима С. говорят о высокой роли экологических токсинов в возникновении митохондриальных нарушений [7].

Хайдаров А. М., Мухамедов И. М., Бекполотов Ш. К. изучали микробиологические и иммунологические показатели полости рта у детей, проживающих в промышленном г. Чирчике. Также исследователи определяли общее количество аэробов, анаэробов, фагоцитарную активность нейтрофилов, уровень лизоцима и титр иммуноглобулина А. У детей наблюдались дисбиотические состояния, снижение количества лактобактерий, увеличение количества стафилококков и грибов рода Кандида, иммунодефицитные состояния нарушения состояния колонизационной резистентности микробов [8].

Влияние окружающей среды на ткани в организме животных интересует многих исследователей. Например, Пере-Берберия Ф. Ж. пишет об изменении структуры зубов у оленей, а Гамильтон В. Эванс К. Рэймонд Б. и Хинделл А. у кашалотов, в зависимости от экологических факторов [9, 10].

Ражабов О. А., Турдиев М. Р., Мукумов И. И. изучали влияние выбросов нефтеперерабатывающей промышленности на полость рта экспериментальных животных. Для обнаружения влияния факторов нефтеперерабатывающего производства в затравочные камеры с белыми беспородными крысами давали нефтехимические вредные вещества в концентрации, обнаруженной в цехе на нефтеперерабатывающем заводе. Полученные исследователями результаты эксперимента, подтверждали развитие кератоза слизистой оболочки [11].

Камилов Х. П., Тайлакова Д. И., Никольская И. А., проводя эксперимент на белых мышах, выявили, что загрязнение окружающей среды двуокисью серы и азота, а также пестицидами приводит к нарушению процессов тканевой дифференцировки зубных зачат-

ков и окостенению челюстных костей зародыша. И, как следствие, эти загрязнения являются причиной запоздалого прорезывания, аномального развития зубов и костей челюсти в постэмбриональном периоде [12].

Апраксина Е. Ю., Залавина С. В., Железный П. А., Железная А. П. отмечают структурные нарушения зубных зачатков и изменение минерального обмена при вибрационном воздействии [13].

Эббот Л. пишет, что, как это часто бывает, результаты воздействия токсикантов на животных могут служить индикаторами воздействия токсикантов на человека. Кроме того, репродуктивные системы, а также развивающиеся эмбрионы и плоды подвергаются большому риску воздействия многих токсикантов, от фармацевтических препаратов до загрязнителей окружающей среды. Экологическое воздействие широкого спектра токсичных соединений оказывает критическое неблагоприятное воздействие на репродукцию и развитие эмбриона и плода. Таким образом, важно углубить наше понимание этих последствий для разработки новых методов профилактики и лечения [14, 15].

Иорданишвили А. К. установил, что экстремальные факторы авиационного полета, такие как шум, гипоксия, перепады барометрического давления, вибрация, гипервесомость, при длительном воздействии на белых крыс приводят к однотипным и неспецифичным многофункциональным изменениям в органах и тканях жевательного аппарата [16].

Галеев Р. В., Галеева Р. Р., Чуйкин С. В., а также Инояттов А. Ш., Шаропов С. Г., Замонова Г. Ш. отмечают прямую зависимость между уровнем загрязнения окружающей среды экотоксикантами и частотой сопутствующих соматических заболеваний у детей с врожденной расщелиной губы и неба [17, 18].

Экотоксиканты – это экологические токсиканты химической природы, которые могут удерживаться, перемещаться и накапливаться в своих биологических и не биологических составляющих в течение длительных периодов времени. В случае превышения концентрации, по сравнению с естественным природным уровнем, они пагубно воздействуют и на окружающую среду, и на здоровье человека. В атмосферу городов с нефтехимической промышленностью выбрасывается около 50 млн тонн разных углеводов, около 0,5 млн тонн металлов, обладающих токсичным воздействием, и 5 тыс. тонн бензапирена в год.

Установлено, что морфометрический анализ тучных клеток (лаброциты, мастоциты) десны может использоваться для верификации степени тяжести воспалительных заболеваний пародонта. Показана роль тучных клеток в формировании экссудативного компонента воспалительного процесса в пародонте. Тучные клетки в нормальной десне в небольшом количестве обычно группируются вокруг кровеносных сосудов, чаще – в сосочковом слое собственной оболочки [19].

Нужно отметить, что кроме участия в воспалительных процессах роль тучных клеток неоднозначна. Спектр биологически активных веществ, секретируемых масто-

цитами (лаброцитами), огромен и включает различные классы соединений: амины, полисахариды, пептиды, белки и др. [20]. Благодаря содержанию в них биогенных аминов тучные клетки определяют развитие и регуляцию гомеостатических и компенсаторно-приспособительных адаптационных механизмов при травме и инфекциях пародонта [21]. Установлено, что мастоциты регулируют микроциркуляцию, репарацию тканей, влияют на рост и созревание волокнистых структур соединительной ткани пародонта, участвуют в иммунопатологических процессах [22]. Кроме того, нейромедиаторные биогенные амины являются индукторами дифференцировки тканей и обеспечивают взаимное влияние эпителиальных и мезенхимальных структур в процессе развития зубов в антенатальном периоде [23].

Однако антропогенное влияние экотоксикантов до конца не изучено.

Цель. Изучить влияние экотоксикантов на гистохимическое строение зачатков зубов и челюстных костей лабораторных крыс и способы снижения этого влияния при перинатальной профилактике.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Нами было проведено исследование на белых беспородных крысах в лаборатории Всероссийского центра глазной и пластической хирургии. Масса животных составляла около 180–250 г. В исследовании участвовало 50 крыс, разделенных на пять групп: контрольную и четыре опытных. Животные всех групп питались обычным виварийным кормом. В 1-й (контрольной) группе применялось только отравление экотоксикантами, во 2-й группе на фоне отравления экотоксикантами применяли пептинсорбент, в 3-й – мембранопротектор – лимонник, в 4-й – свеклу, в 5-й опытной группе – пептинсорбент, мембранопротектор и свеклу.

Самок на стадии проэструса и эструса на ночь оставляли с самцами в соотношении 4:1. Первым днем беременности и оплодотворения считалось наличие спермиев в мазке влагалища самки на следующий день. Животные были в 200-литровых стандартных затравочных камерах (конструкция ЭТП РАМН) на протяжении всей беременности. Крысят выводили из эксперимента на 14-й день жизни ингаляционной передозировкой паров эфира.

В ходе эксперимента всех животных опытных групп подвергали ингаляционному воздействию паров бензина и формальдегида в предельно допустимой концентрации: бензин – 100 мг/м³, формальдегид – 0,035 мг/м³.

Гистологическую подготовку тканей для изучения проводили на кафедре анатомии и гистологии животных имени профессора А. Ф. Климова (факультет ветеринарной медицины) ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К.И. Скрябина».

Гистологическую подготовку проводили на нижних челюстях крыс, иссекая их остроконечными

ножницами. Материал декальцинировали в 10% растворе муравьиной кислоты на 10% растворе забуференного формалина 30 дней. По стандартной методике в парафин заливали микропрепарат после обезвоживания в спиртах с восходящей концентрацией (этанол, от 70% до 100% абсолютного). Гистологические срезы 5-8 мкм изготавливали микротомом LEICA RM 2145 (LEICA, Германия).

Тучные клетки выявляли гистохимическим методом с применением гистологических красителей на парафиновых срезах, которые окрашивали по методу смешивания реагентов Гимзы и Мая-Грюнвальда. На окрашенных препаратах определяли топографию тучных клеток, отмечали факт дегрануляции, подсчитывали среднее количество клеток в поле зрения (при увеличении микроскопа $\times 400$). Статистический анализ

полученных результатов проводили с использованием стандартного программного обеспечения программе IBM SPSS Statistics 21. Мы применили однофакторный дисперсионный анализ, чтобы иметь возможность провести множественные сравнения. В качестве критерия был использован T2 Тамхейна (консервативный критерий парных сравнений, основанный на t-критерии), чтобы не ограничиваться требованием равенства дисперсий. Различия считали значимыми при $p \leq 0,001$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

При изучении гистохимических препаратов, окружающих зубные зачатки тканей у крысят, родившихся от крыс контрольной группы после отравления экотоксикантами, отмечался факт повышенного содержания

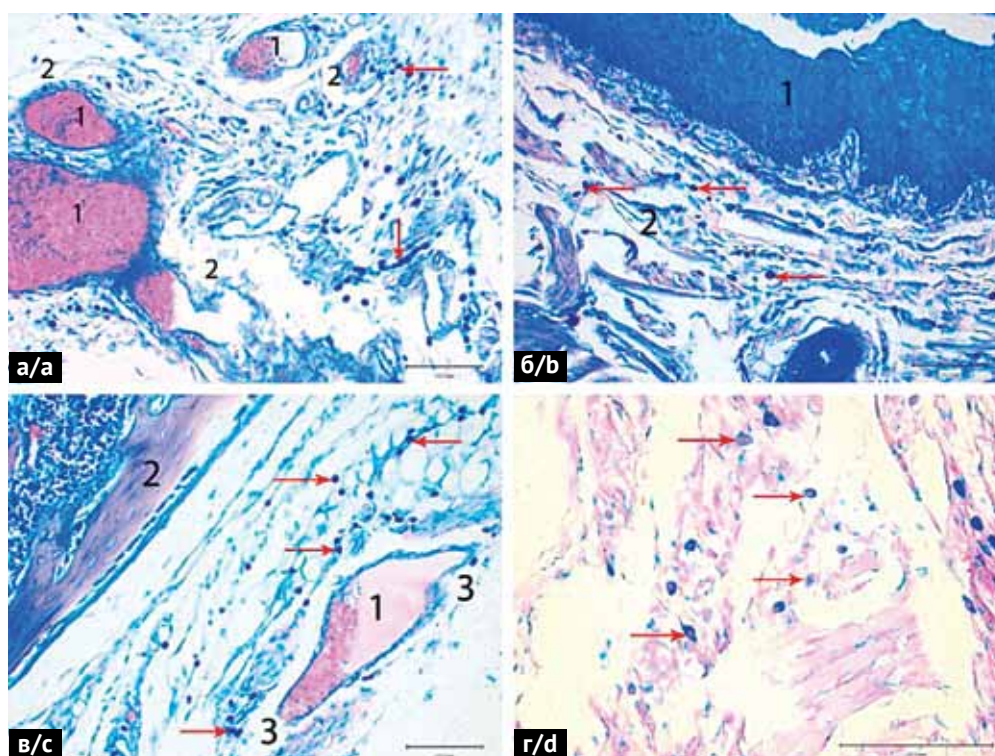


Рис. 1. Гистохимические изменения в тканях, окружающих зубные зачатки у крысят 1-й группы

а) Скопления тучных клеток (↓) в слизистой десны: 1 – кровеносный сосуд; 2 – периваскулярный отек.

Окраска по методу смешивания реагентов Гимзы и Мая-Грюнвальда. Увел. $\times 200$

б) Тучные клетки (↓) в слизистой десны. 1 – эпителий; 2 – строма слизистой десны.

Окраска по методу смешивания реагентов Гимзы и Мая-Грюнвальда. Увел. $\times 200$

в) Скопления тучных клеток (↓) в тканях вблизи кости альвеолярного отростка. 1 – кровеносный сосуд; 2 – альвеолярная кость; 3 – периваскулярный отек.

Окраска по методу смешивания реагентов Гимзы и Мая-Грюнвальда. Увел. $\times 200$

г) Дегранулирующие тучные клетки (↓) в слизистой десны.

Окраска по методу смешивания реагентов Гимзы и Мая-Грюнвальда. Увел. $\times 400$

Fig. 1. Histochemical changes in the tooth germ surrounding tissues in the rat pups of Group 1

a) Accumulation of mast cells (↓) in the gingival mucosa. 1 – blood vessel; 2 – perivascular edema.

May-Grunwald-Giemsa stain, $\times 200$

b) Mast cells (↓) in the gingival mucosa. 1 – epithelium; 2 – stroma. May-Grunwald-Giemsa stain, $\times 200$

c) Mast cell accumulation (↓) in tissues around the alveolar bone. 1 – blood vessel; 2 – alveolar bone; 3 – perivascular edema. May-Grunwald-Giemsa stain, $\times 200$.

d) Degranulating mast cells (↓) in gingiva. May-Grunwald-Giemsa stain, $\times 400$

тучных клеток в тканях по сравнению с интактными крысами. Скопления тучных клеток обнаруживались не только вокруг кровеносных сосудов в строме слизистой оболочки десны, но и вдали от них (рис. 1а). Местами они формировали цепочки. Тучные клетки имели разные размеры. Они были округлой, овальной или неправильной формы, полностью окрашенные в темно-синий цвет вследствие большого содержания специфических гранул. Ядра клеток вследствие этого не визуализировались. Выявлялись признаки нарушения микроциркуляции в виде расширения просвета сосудов, их кровенаполнения, стаза клеточных элементов в просвете, набухания стенки сосудов. Ткани вокруг

кровеносных сосудов были отечные. Большое количество тучных клеток определялось и в строме слизистой оболочки десны непосредственно под эпителиальным пластом (рис. 1б). Здесь также выявлялись признаки набухания основного вещества соединительной ткани (мукоидное набухание). Выраженная отечность и большое содержание тучных клеток определялось в соединительной ткани, окружающей альвеолярные отростки (рис. 1в). В отдельных участках вокруг зубных зачатков выявлялось значительное количество клеток, подвергающихся дегрануляции, вследствие чего цитоплазма тучных клеток становилась светлее и визуализировалось ядро, окрашивающееся в розовый цвет (рис. 1г).

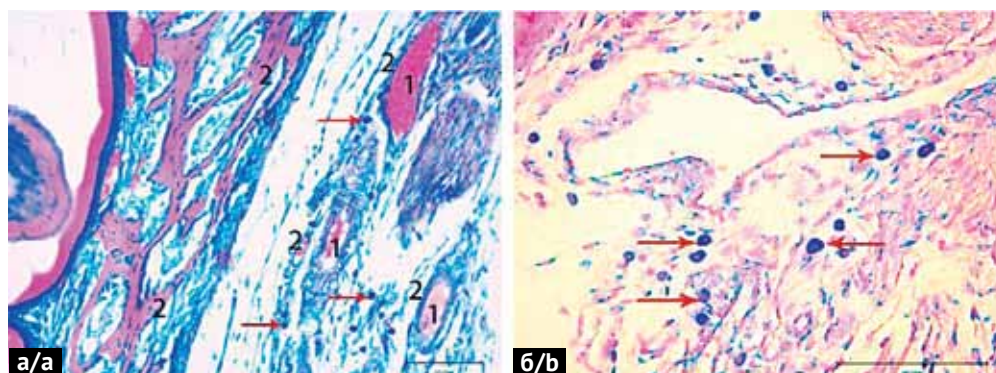


Рис. 2. Гистохимические изменения в тканях, окружающих зубные зачатки у крысят 2-й группы
а) Скопления тучных клеток (↓) вблизи альвеолярной кости. 1 – кровеносный сосуд; 2 – альвеолярная кость; 3 – периваскулярный отек. Окраска по методу смешивания реагентов Гимзы и Мая-Грюнвальда. Увел. x200
б) Скопления тучных клеток (↓) в ткани слизистой десны.

Окраска по методу смешивания реагентов Гимзы и Мая-Грюнвальда. Увел. x400

Fig. 2. Histochemical changes in the tooth germ surrounding tissues in the rat pups of Group 2
a) Accumulation of mast cells (↓) around the alveolar bone. 1 – blood vessel; 2 – alveolar bone; 3 – perivascular edema. May-Grunwald-Giemsa stain, x200
b) Accumulations of mast cells (↓) in the gingival mucosa. May-Grunwald-Giemsa stain, x400

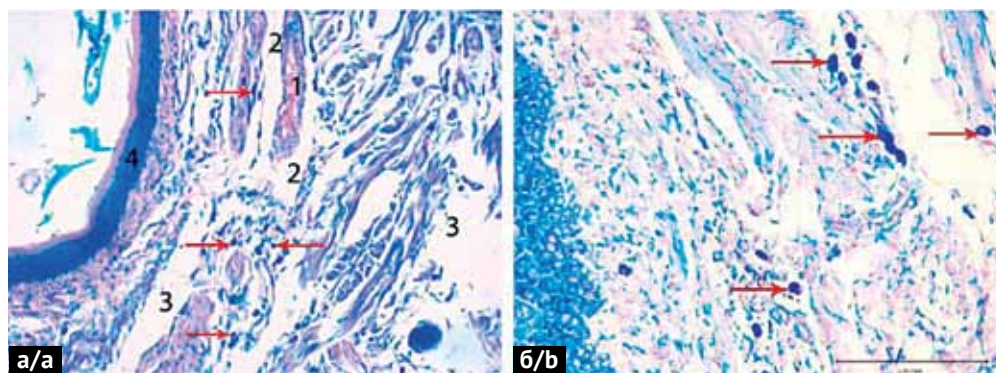


Рис. 3. Гистохимические изменения в тканях, окружающих зубные зачатки у крысят 3-й группы
а) Скопления тучных клеток в слизистой десны. 1 – кровеносный сосуд; 2 – периваскулярный отек; 3 – отек стромы слизистой; 4 – эпителий.

Окраска по методу смешивания реагентов Гимзы и Мая-Грюнвальда. Увел. x200

б) Дегрануляция тучных клеток (↓) в слизистой десны.

Окраска по методу смешивания реагентов Гимзы и Мая-Грюнвальда. Увел. x400

Fig. 3. Histochemical changes in the tooth germ surrounding tissues in rat pups of Group 3
a) Accumulation of mast cells in the gingival mucosa: 1 – blood vessel; 2 – perivascular edema; 3 – edema of the mucosal stroma; 4 – epithelium. May-Grunwald-Giemsa stain, x200
b) Mast cell degranulation (↓) in the gingival mucosa. May-Grunwald-Giemsa stain, x400

В зубных зачатках и окружающих их тканях у крысят, родившихся от крыс 2-й группы (отравление экотоксикантами на фоне применения пептинсорбента), на гистохимических препаратах количество и характеристика тучных клеток почти не отличались от контрольной группы после отравления экотоксикантами. Как под эпителием слизистой оболочки десен, так и в зоне периодонта, в зоне формирования альвеолярной кости определялись признаки нарушения кровообращения с расширением кровеносных сосу-

дов и выходом тучных клеток в ткани (рис. 2). Многие мастоциты были с признаками дегрануляции.

В окружающих зубные зачатки тканях у крысят, родившихся от крыс 3-й группы (отравление экотоксикантами на фоне применения мембранопротектора лимонник), на гистохимических препаратах количество тучных клеток было немного меньше, чем в контрольной группе после отравления экотоксикантами. Под эпителием слизистой оболочки десен в строме и в зонах периодонта и формирова-

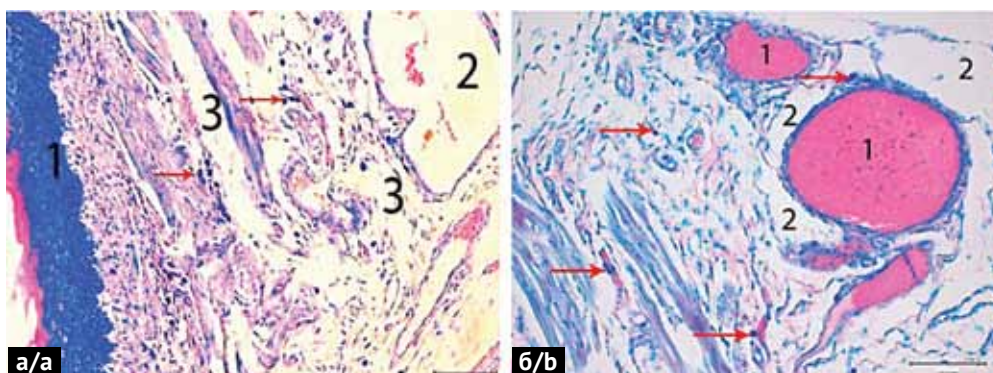


Рис. 4. Гистохимические изменения в тканях, окружающих зубные зачатки у крысят 4-й группы

а) Скопления тучных клеток (↓) в ткани слизистой десны. 1 – эпителий; 2 – кровеносный сосуд; 3 – отек.

Окраска по методу смешивания реагентов Гимзы и Мая-Грюнвальда. Увел. x200

б) Нарушение микроциркуляции в слизистой десны. 1 – кровенаполненный кровеносный сосуд;

2 – периваскулярный отек; стрелкой (↓) указаны мастоциты.

Окраска по методу смешивания реагентов Гимзы и Мая-Грюнвальда. Увел. x200

Fig. 4. Histochemical changes in the tooth germ surrounding tissues in rat pups of Group 4

а) Accumulation of mast cells (↓) in the gingival mucosa: 1 – epithelium; 2 – blood vessel; 3 – perivascular edema.

May-Grunwald-Giemsa stain, x200

б) Gingival microcirculation dysfunction: 1 – blood-filled blood vessel; 2 – perivascular edema; the arrow (↓) indicates mast cells.

May-Grunwald-Giemsa stain, x200

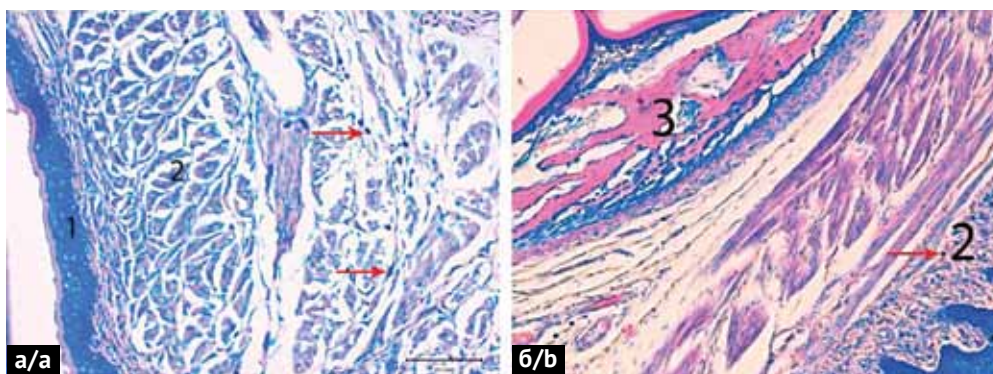


Рис. 5. Гистохимические изменения в тканях, окружающих зубные зачатки у крысят 5-й группы

а) Структура ткани слизистой десны. Стрелкой (↓) указаны тучные клетки. 1 – эпителий; 2 – строма слизистой десны.

Окраска по методу смешивания реагентов Гимзы и Мая-Грюнвальда. Увел. x200

б) Структура тканей десны и альвеолярной кости. 1 – эпителий; 2 – строма слизистой десны;

3 – альвеолярная кость. Стрелкой (↓) указаны единичные тучные клетки.

Окраска по методу смешивания реагентов Гимзы и Мая-Грюнвальда. Увел. x200

Fig. 5. Histochemical changes in the tooth germ surrounding tissues in rat pups of Group 5

а) The gingival mucosa structure. The arrow (↓) indicates mast cells. 1 – epithelium; 2 – stroma of the gingival mucosa.

May-Grunwald-Giemsa stain, x200

б) The structure of the gingiva and alveolar bone. 1 – epithelium; 2 – stroma of the gingival mucosa;

3 – alveolar bone. The arrow (↓) indicates single mast cells. May-Grunwald-Giemsa stain, x200

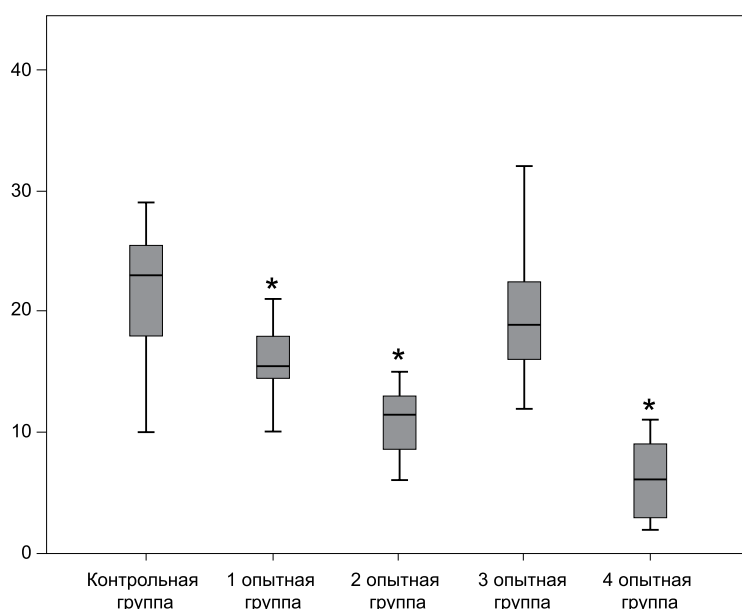


Рис. 6. График среднего количества тучных клеток (в поле зрения микроскопа при увел. x400) в околозубных тканях крыс после отравления экотоксикантом на фоне применения различных препаратов *статистически значимые различия по сравнению с контрольной группой при $p \leq 0,001$

Fig. 6. The graph of mast cell mean number (in the microscope working field, x400) in the rat periodontal tissues after ecotoxicant poisoning affected by different product administration.

*Statistically significant differences compared to the control group are at $p \leq 0.001$

ния альвеолярной кости выявлялись признаки нарушения кровообращения со слабым расширением кровеносных сосудов (рис. 3а). Признаки дегрануляции тучных клеток в виде уменьшения площади цитоплазмы, ее просветления и разрыва клеточной оболочки также местами определялись (рис. 3б).

В окружающих зубные зачатки тканях у крысят, родившихся от крыс 4-й группы (отравление экотоксикантами на фоне применения свеклы), на гистохимических препаратах количество тучных клеток было ненамного меньше, чем в контрольной группе после отравления экотоксикантами (рис. 4а). Под эпителием слизистой оболочки десен в строме и в зонах периодонта и формирования альвеолярной кости выявлялись признаки нарушения кровообращения с расширением кровеносных сосудов (рис. 4б). Стромальная пластинка десны и ткани периодонта были с признаками отека, определялись признаки выраженного мукоидного набухания основного вещества и волокнистых структур. На них часто выявлялись дегранулирующие клетки.

В окружающих зубные зачатки тканях у крысят, родившихся от крыс 5-й опытной группы (отравление экотоксикантами на фоне применения пептинсорбент + мембранопротектор лимонник + свекла) на гистохимических препаратах количество тучных клеток заметно уменьшалось, в сравнении с контрольной и другими опытными группами (рис. 5а). На препаратах выявлялись единичные окрашенные в синий цвет мелкие тучные клетки без выраженных признаков дегрануляции. Также в тканях десны уменьшалась степень проявления отека тканей и признаков нарушения микроциркуляции. Стенка кровеносных сосудов имела интактную структуру. В зоне периодонта, в зоне формирования альвеолярной кости признаки отека тканей также отсутствовали (рис. 5б).

Наиболее яркую характеристику соотношения тучных клеток в тканях показал количественный

подсчет тучных клеток на гистохимических препаратах, окрашенных гистологическими красителями по методу смешивания реагентов Гимзы и Мая-Грюнвальда. Полученные нами количественные данные подсчета тучных клеток имели нормальное распределение по критерию Колмогорова – Смирнова. Данные группы различались между собой ($F = 49,991$; $p \leq 0,001$) при проведении однофакторного дисперсионного анализа. При помощи апостериорного множественного сравнения (критерий Т2 Тамхейна) нами были найдены статистически значимые различия данных контрольной группы от 1-й, 2-й и 4-й опытных групп при $p \leq 0,001$ (рис. 6).

После субхронического воздействия экотоксикантов на беременных крыс без какой-либо коррекции в тканях десны рожденных крысят на фоне нарушения микроциркуляции резко повышалось количество тучных клеток. Показатели количества тучных клеток при коррекции относительно показателей контрольной группы были недостоверны только в 3-й опытной группе. Из графика видно, что в конце экспериментов наименьшее количество тучных клеток в околозубных тканях крысят определяется в 4-й опытной группе, после применения комбинированной смеси пептинсорбент + мембранопротектор лимонник + свекла.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, при субхроническом отравлении беременных самок крыс экотоксикантами в тканях десны у рожденных крысят на фоне нарушения микроциркуляции повышается количество тучных клеток. После использования для кормления беременных крыс комбинированной смеси (пептинсорбент + мембранопротектор лимонник + свекла) у рожденных крысят количество тучных клеток в тканях десны достоверно снижается и приближается к показателям нормы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чуйкин ОС, Акатьева ГГ, Макушева НВ, Кучук КН, Гильманов МВ. Соматические заболевания у детей с врожденной расщелиной губы и неба в регионе с промышленными нефтехимическими экотоксикантами. *Проблемы стоматологии*. 2021;2:121-126.
doi: 10.18481/2077-7566-20-17-2-121-126
2. Чуйкин СВ, Акатьева ГГ, Макушева НВ, Чуйкин ОС, Егорова ЕГ, Кучук КН, и др. Особенности стоматологического статуса детей с врожденной расщелиной губы и неба в регионе с нефтехимическими экотоксикантами. *Проблемы стоматологии*. 2021;4:147-154.
doi: 10.18481/2077-7566-20-16-4-147-154
3. Неустроев ГВ, Чикина НА. О синдроме токсичности при соматических и стоматологических заболеваниях. *Российская стоматология*. 2015;8(1):62-63. Режим доступа:
<https://www.mediasphera.ru/issues/rossijskaya-stomatologiya/2015/1/262072-640620150151>
4. Myhre O, Hessel EVS. Editorial: Toxicants and neurodevelopmental disorders. *Reproductive Toxicology*. 2022;110:68-69.
doi: 10.1016/j.reprotox.2022.03.010
5. Ortega R, Carmona A. Neurotoxicity of Environmental Metal Toxicants: Special Issue. *Toxics*. 2022;10(7):382.
doi: 10.3390/toxics10070382
6. Smith M. Key characteristics of human toxicants: a unifying concept for human chemical hazard evaluations. *Toxicology Letters*. 2022;368:15.
doi: 10.1016/j.toxlet.2022.07.054
7. Kochi C, Ahmad S, Salim S. The effects of air pollution toxicants on the mitochondria. *Mitochondrial Intoxication*. 2023:47-166.
doi: 10.1016/b978-0-323-88462-4.00004-3
8. Хайдаров АМ, Мухамедов ИМ, Бекполотов ШК. Биология полости рта у детей, проживающих в г. Чирчике. *Российский стоматологический журнал*. 2018;22(4):193-198.
doi: 10.18821/1728-2802-2018-22-4-193-198
9. Barbería FJP. Use of Tooth Traits in Evolutionary and Ecology Studies. *Acta Scientific Dental Sciencs*. 2020;4(3):2.
doi: 10.31080/asds.2020.04.0781
10. Hamilton V, Evans K, Raymond B, Hindell MA. Environmental influences on tooth growth in sperm whales from southern Australia. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 2013;446:236-244.
doi: 10.1016/j.jembe.2013.05.031
11. Ражабов ОА, Турдиев МР, Мукимов ИИ. Влияние выбросов нефтеперерабатывающей промышленности на полость рта экспериментальных животных и обоснование профилактических мероприятий. *Российская стоматология*. 2016;9(2):98-98. Режим доступа:
<https://www.mediasphera.ru/issues/rossijskaya-stomatologiya/2016/2/1207264062016021098>
12. Камилов ХП, Тайлакова ДИ, Никольская ИА. Эмбриональный и постнатальный гистогенез зубов у крыс в условиях загрязнения окружающей среды. *Российский медицинский журнал*. 2019;25(4):230-233.
doi: 10.18821/0869-2106-2019-25-4-230-233
13. Апраксина ЕЮ, Залавина СВ, Железный ПА, Железная АП. Структура зубных зачатков и особенности минерального обмена при вибрационном воздействии в эксперименте. *Проблемы стоматологии*. 2018;2:121-125.
doi: 10.18481/2077-7566-2018-14-2-121-125
14. Abbott LC. Exposure to Toxicants Affects Everyone, Especially the Very Young. *International Journal of Molecular Sciences*. 2022;23(13):7232.
doi: 10.3390/ijms23137232
15. Bicker, G. Looking at Developmental Neurotoxicity Testing from the Perspective of an Invertebrate Embryo. *International Journal of Molecular Sciences*. 2022;23:1871.
doi: 10.3390/ijms23031871
16. Иорданишвили АК. Структурные изменения в органах и тканях жевательного аппарата при хроническом воздействии экотоксических факторов летного труда. *Российский стоматологический журнал*. 2022;26(1):31-40.
doi: 10.17816/1728-2802-2022-26-1-31-40
17. Инояттов АШ, Шаропов СГ, Замонова ГШ. Выявление причин рождения детей с расщелиной губы и неба у женщин, проживающих в Бухарской и Навоинской областях. *Российская стоматология*. 2016;9(2):82-82. Режим доступа:
<https://www.mediasphera.ru/issues/rossijskaya-stomatologiya/2016/2/1207264062016021082>
18. Светличная ТГ, Митягина АС, Буркова ТМ, Огорелкова НМ. Социальные оценки стоматологического здоровья детей и факторы, его определяющие. *Стоматология детского возраста и профилактика*. 2021;21(2):123-131.
doi: 10.33925/1683-3031-2021-21-2-123-131
19. Осипова ЮЛ, Булкина НВ, Кропотина АЮ, Хариш НА, Гусева ОЮ, Альбицкая ЮН. Роль тучных клеток слизистой оболочки десны в патогенезе воспалительных заболеваний пародонта. *Фундаментальные исследования*. 2009;7:55-56. Режим доступа:
<https://elibrary.ru/item.asp?id=12961101>
20. Яглова НВ, Яглов ВВ. Биология секреции тучных клеток. *Клиническая и экспериментальная морфология*. 2012;4:4-10. Режим доступа:
<https://elibrary.ru/item.asp?id=18379008>
21. Сперанская ЕМ, Никитина ЛИ, Голубцова НН, Мухамеджанова ЛР, Кузнецова РГ. Накопление биогенных аминов в тканях пародонта: особенности диагностики при воспалительно-деструктивных поражениях. *Практическая медицина*. 2014;4(80):122-124. Режим доступа:
<https://cyberleninka.ru/article/n/nakoplenie-biogen-nyh-aminov-v-tkanyah-parodonta-osobennosti-diagnostiki-pri-vozpallitelno-destruktivnyh-porazheniyah>
22. Атякшин ДА. Гистохимические подходы к оценке участия тучных клеток в регуляции состояния волокнистого компонента межклеточного матрикса соединительной ткани кожи. *Журнал анатомии и гистопатологии*. 2018;7(3):100-112. Режим доступа:
<https://anatomy.elpub.ru/jour/article/download/682/594>

23. Московский АВ, Уруков ЮН, Викторов ВН, Воропаева ЛА, Леженина СВ, Московская ОИ, и др. Роль тканевых базофилов в регуляции нейромедиаторного статуса пульпы зуба в норме и при патологии. *Медицинский альманах*. 2018;2(53). Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-tkanevyh-bazofilov-v-regulyatsii-neyromediatornogo-statusa-pulpy-zuba-v-norme-i-pri-patologii>

REFERENCES

1. Chuykin OS, Akatyeva GG, Makusheva NV, Kuchuk KN, Gil'manov MV. Somatic diseases in children with congenital lip and palate in a region with industrial petrochemical ecotoxics. *Actual problems in dentistry*. 2021;2:121-126 (In Russ.). doi: 10.18481/2077-7566-20-17-2-121-126
2. Chuykin SV, Akatyeva GG, Makusheva NV, Chuykin OS, Egorova EG, Kuchuk KN, et al. Specific features of dental status of children with congenital lip and palate in a region with petrochemical ecotoxics. *Actual problems in dentistry*. 2021;4:147-154 (In Russ.). doi: 10.18481/2077-7566-20-16-4-147-154
3. Neustroev GV, Chikina NA. About toxicity syndrome in somatic and dental diseases. *Russian Stomatology*. 2015;8(1):62-63 (In Russ.). Available from: <https://www.mediasphera.ru/issues/rossijskaya-stomatologiya/2015/1/262072-640620150151>
4. Myhre O, Hessel EVS. Editorial: Toxicants and neurodevelopmental disorders. *Reproductive Toxicology*. 2022;110:68-69. doi: 10.1016/j.reprotox.2022.03.010
5. Ortega R, Carmona A. Neurotoxicity of Environmental Metal Toxicants: Special Issue. *Toxics*. 2022;10(7):382. doi: 10.3390/toxics10070382
6. Smith M. Key characteristics of human toxicants: a unifying concept for human chemical hazard evaluations. *Toxicology Letters*. 2022;368:15. doi: 10.1016/j.toxlet.2022.07.054
7. Kochi C, Ahmad S, Salim S. The effects of air pollution toxicants on the mitochondria. *Mitochondrial Intoxication*. 2023:47-166. doi: 10.1016/b978-0-323-88462-4.00004-3
8. Khaidarov AM, Mukhamedov IM, Bekpolotov ShK. Biology of the oral cavity in children living in the city of Chirchik. *Russian Journal of Dentistry*. 2018;22(4):193-198 (In Russ.). doi: 10.18821/1728-2802-2018-22-4-193-198
9. Barbería FJP. Use of Tooth Traits in Evolutionary and Ecology Studies. *Acta Scientific Dental Sciencs*. 2020;4(3):2. doi: 10.31080/asds.2020.04.0781
10. Hamilton V, Evans K, Raymond B, Hindell MA. Environmental influences on tooth growth in sperm whales from southern Australia. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 2013;446:236-244. doi: 10.1016/j.jembe.2013.05.031
11. Razhabov OA, Turdiev MR, Mukimov II. The impact of oil refining industry emissions on the oral cavity of experimental animals and the rationale for preventive measures. *Russian Stomatology*. 2016;9(2):98-98 (In Russ.). Available from: <https://www.mediasphera.ru/issues/rossijskaya-stomatologiya/2016/2/1207264062016021098>
12. Kamilov KP, Taylakova DI, Nikolskaya IA. Embryonal and postnatal histogenesis of teeth in rats under conditions of the environment. *Medical Journal of the Russian Federation*. 2019;25(4):230-233 (In Russ.). doi: 10.18821/0869-2106-2019-25-4-230-233
13. Apraksina E, Zalavina S, Zhelezny P, Zhelezna-ya A. Structure of tooth rudiments and mineral metabolism pattern at vibration effect in the experiment. *Actual problems in dentistry*. 2018;2:121-125 (In Russ.). doi: 10.18481/2077-7566-2018-14-2-121-125
14. Abbott LC. Exposure to Toxicants Affects Everyone, Especially the Very Young. *International Journal of Molecular Sciences*. 2022;23(13):7232. doi: 10.3390/ijms23137232
15. Bicker, G. Looking at Developmental Neurotoxicity Testing from the Perspective of an Invertebrate Embryo. *International Journal of Molecular Sciences*. 2022;23:1871. doi: 10.3390/ijms23031871
16. Iordanishvili AK. Structural changes in masticatory apparatus organs and tissues with chronic environmental pathogenic factor exposure of flight labor. *Russian Journal of Dentistry*. 2022;26(1):31-40 (In Russ.). doi: 10.17816/1728-2802-2022-26-1-31-40
17. Inojatov ASH, Sharopov SG, Zamonova GSh. Identification of the causes of the birth of children with cleft lip and palate in women living in Bukhara and Navoi regions. *Russian Stomatology*. 2016;9(2):82-82 (In Russ.). Available from: <https://www.mediasphera.ru/issues/rossijskaya-stomatologiya/2016/2/1207264062016021082>
18. Svetlichnaya TG, Mityagina AS, Burkova TM, Ogorelkova NM. Social assessment of children dental health and its determining factors. *Pediatric dentistry and dental prophylaxis*. 2021;21(2):123-131 (In Russ.). doi: 10.33925/1683-3031-2021-21-2-123-131
19. Osipova YuL, Bulkina NV, Kropotina AYU, Harish NA, Guseva OYu, Albitskaya YuN. The role of mast cells in the gingival mucosa in the pathogenesis of inflammatory periodontal diseases. *Fundamental research*. 2009;7:55-56 (In Russ.). Available from: <https://elibrary.ru/item.asp?id=12961101>
20. Yaglova NV, Yaglov VV. Biology of mast cell secretion. *Clinical and experimental morphology*. 2012;4:4-10 (In Russ.). Available from: <https://elibrary.ru/item.asp?id=18379008>
21. Speranskaya EM, Nikitina LI, Golubtsova NN, Mukhamedzhanova LR, Kuznetsova RG. Accumulation of biogenic amines in periodontal tissues: diagnostic features in inflammatory-destructive lesions. *Practical Medicine*. 2014;4(80):122-124 (In Russ.). Available from:

<https://cyberleninka.ru/article/n/nakoplenie-biogen-nyh-aminov-v-tkanyah-parodonta-osobennosti-diag-nostiki-pri-vospalitelno-destruktivnyh-porazheniyah>

22. Atyakshin DA. Histochemical approaches to assessing the participation of mast cells in the regulation of the state of the fibrous component of the intercellular matrix of the connective tissue of the skin. *Journal of Anatomy and Histopathology*. 2018;7(3):100-112 (In Russ.). Available from:

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Олег Сергеевич Чуйкин, кандидат медицинских наук, доцент кафедры стоматологии детского возраста и ортодонтии с курсом ИДПО Башкирского государственного медицинского университета, Уфа, Российская Федерация

Для переписки: oschuikin@bashgmu.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4570-4477>

Шакирова Галия Рафгатовна, доктор биологических наук, профессор, кафедры анатомии и гистологии животных имени профессора А. Ф. Климова, Московской государственной академии ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К.И. Скрябина, Москва, Российская Федерация

Для переписки: ldvcmva@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2995-7044>

Кудашкина Наталья Владимировна, доктор фармацевтических наук, профессор, декан фармацевтического факультета, заведующая кафедрой фармакогнозии с курсом ботаники и основ фитоте-

<https://anatomy.elpub.ru/jour/article/download/682/594>
23. Moskovsky AV, Urukov YuN, Viktorov VN, Voropae-va LA, Lezhenina SV, Moskovskaya OI, et al. Role tissue basophils in the regulation of the neurotransmitter status of the dental pulp in normal and pathological conditions. *Medical almanac*. 2018;2(53) (In Russ.). Available from:

<https://cyberleninka.ru/article/n/rol-tkanevyh-bazo-filov-v-regulyatsii-neyromediatornogo-statusa-pulpy-zuba-v-norme-i-pri-patologii>

рапии, Башкирского государственного медицинско-го университета, Уфа, Российская Федерация

Для переписки: nvkudashkina@bashgmu.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7919-384X>

Аверьянов Сергей Витальевич, доктор медицин-ских наук, профессор, заведующий кафедрой ортопе-дической стоматологии и челюстно-лицевой хирургии с курсами ИДПО Башкирского государственного меди-цинского университета, Уфа, Российская Федерация

Для переписки: svaveryanov@bashgmu.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1827-1629>

Автор, ответственный за связь с редакцией:

Макушева Наталья Вячеславовна, кандидат медицинских наук, доцент кафедры стоматологии детского возраста и ортодонтии с курсом ИДПО Башкирского государственного медицинского уни-верситета, Уфа, Российская Федерация

Для переписки: nvmakusheva@bashgmu.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0410-1445>

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Oleg S. Chuikin, DMD, PhD, Associate Professor, Department of Pediatric Dentistry and Orthodontics with the Course of Continuing Professional Educa-tion, Bashkir State Medical University, Ufa, Russian Federation

For correspondence: oschuikin@bashgmu.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4570-4477>

Galiya R. Shakirova, PhD of Biological Sciences, DSc, Professor, Department of Anatomy and Histology of Animals named after Professor A.F. Klimova, Mos-cow State Academy of Veterinary Medicine and Bio-technology named after K. I. Scryabin, Moscow, Rus-sian Federation

For correspondence: ldvcmva@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2995-7044>

Natalya V. Kudashkina, PhD of Pharmacy Sciences, DSc, Professor, Dean of the School of Pharmacy, Head of the Department of Pharmacognosy with a Course in Botany and Fundamentals of Phytotherapy, Bashkir State Medical University, Ufa, Russian Federation

For correspondence: nvkudashkina@bashgmu.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7919-384X>

Sergey V. Averyanov, DMD, PhD, DSc, Professor, Head of the Department of Prosthodontics and Maxillofacial Surgery with the Course of Continuing Professional Edu-cation, Bashkir State Medical University, Ufa, Russia

For correspondence: svaveryanov@bashgmu.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1827-1629>

Corresponding author:

Natalya V. Makusheva, DMD, PhD, Associate Profes-sor, Department of Pediatric Dentistry and Orthodontics with the Course of Continuing Professional Education, Bashkir State Medical University, Ufa, Russian Federation

For correspondence: makushevanv@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0410-1445>

Конфликт интересов:

Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов/

Conflict of interests:

The authors declare no conflict of interests

Поступила / Article received 06.02.2023

Поступила после рецензирования / Revised 18.02.2023

Принята к публикации / Accepted 19.03.2023