

DOI: 10.18481/2077-7566-2022-18-4-134-140  
УДК 616-018

## ВЛИЯНИЕ ЭКОТОКСИКАНТОВ НА ЗАЧАТКИ ЗУБОВ ЛАБОРАТОРНЫХ ЖИВОТНЫХ

Чуйкин О. С.<sup>1</sup>, Шакирова Г. Р.<sup>2</sup>, Зулъкарнаев Т. Р.<sup>1</sup>, Кудашкина Н. В.<sup>1</sup>, Аверьянов С. В.<sup>1</sup>, Макушева Н. В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Башкирский государственный медицинский университет

<sup>2</sup> Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии — МВА имени К. И. Скрябина

### Аннотация

Более 75% отходов являются токсичными для окружающей среды и человека. Целью исследования было изучение токсического влияния экотоксикантов на зачатки зубов лабораторных животных. Эксперимент проводили на 30 белых беспородных крысах массой 180–250. Все животные были разделены на 2 группы: контрольную и опытную. В ходе эксперимента всех животных опытных групп подвергали ингаляционному воздействию паров бензина и формальдегида. Животным контрольной группы подавали обычный воздух круглосуточно. Челюсти крыс декальцинировали в течение 30 суток в 10% растворе муравьиной кислоты на 10% растворе забуференного формалина. После обезвоживания материала в батарее спиртов восходящей концентрации (этанол — концентрация от 70 до 100% — абсолютного) заливали в парафин по общепринятой методике. С помощью роторного микротомы марки LEICA RM 2145 (LEICA, Германия) были изготовлены гистологические срезы толщиной 5–8 мкм. Срезы окрашивали гематоксилином и эозином и микрофуксином по методу Ван-Гизона. Окрашенные срезы изучали и фотографировали при помощи светового микроскопа марки AXIO IMAGER-Z1 (CARL ZEISS, Германия). В контрольной группе крыс наблюдалась морфологическая картина нормального гистогенеза зуба на поздней стадии развития. В структуре зубных зачатков крысят 2 группы обнаруживалось нарушение процессов гистогенеза большинства зубных зачатков и изменение структуры околозубных тканей. В эпителии слизистой десен определялись признаки дистрофических изменений, вплоть до разрушения клеток; в соединительнотканной пластинке слизистой десны, в периодонте и в зоне формирования альвеолярной кости определялись признаки воспалительных явлений в виде клеточных инфильтраций и нарушения кровообращения в виде расширения просветов и кровенаполнения сосудов. В области зубных зачатков проявлялись деструктивные изменения одонтобластов и энамелобластов, что, вероятно, явилось одной из причин нарушения процессов дентиногенеза и эмалеобразования, выражающихся в неоднородности формирования слоев дентина и эмали. Это подтверждает токсическое влияние экотоксикантов на зачатки зубов лабораторных животных.

**Ключевые слова:** зачатки зубов, экотоксиканты, морфология, диоксин, формальдегид

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

**Олег Сергеевич ЧУЙКИН** ORCID ID 0000-0003-4570-4477

к.м.н., доцент, кафедра стоматологии детского возраста и ортодонтии с курсом ИДПО, Башкирский государственный медицинский университет, г. Уфа, Россия  
oschujkin@bashgmu.ru

**Галия Рафгатовна ШАКИРОВА** ORCID ID 0000-0003-2995-7044

д.б.н., профессор, Кафедра анатомии и гистологии животных имени профессора А. Ф. Климова, Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии — МВА имени К.И. Скрябина, г. Москва, Россия  
anat-hist@mgavm.ru

**Талгат Рахмьянович ЗУЛЬКАРНАЕВ** ORCID ID 0000-0002-6334-7058

д.м.н., профессор, кафедра гигиены с курсом медико-профилактического дела ИДПО, Башкирский государственный медицинский университет, г. Уфа, Россия  
trzulkarnaev@bashgmu.ru

**Наталья Владимировна КУДАШКИНА** ORCID ID 0000-0002-7919-384X

доктор фарм. наук, профессор, декан фармацевтического факультета, заведующая кафедрой фармакогнозии с курсом ботаники и основ фитотерапии, Башкирский государственный медицинский университет, г. Уфа, Россия  
nvkudashkina@bashgmu.ru

**Сергей Витальевич АВЕРЬЯНОВ** ORCID ID 0000-0003-1827-1629

д.м.н., профессор, заведующий кафедрой ортопедической стоматологии и челюстно-лицевой хирургии с курсами ИДПО, Башкирский государственный медицинский университет, г. Уфа, Россия  
Svaveryanov@bashgmu.ru

**Наталья Вячеславовна МАКУШЕВА** ORCID ID 0000-0002-0410-1445

к. м. н., доцент, кафедра стоматологии детского возраста и ортодонтии с курсом ИДПО, Башкирский государственный медицинский университет, Уфа, Российская Федерация  
NVMakusheva@bashgmu.ru

Адрес для переписки: Наталья Вячеславовна МАКУШЕВА

450078 г. Уфа, ул. Кирова, 91–292

+7 (903) 3520207

NVMakusheva@bashgmu.ru

### Образец цитирования:

Чуйкин О. С., Шакирова Г. Р., Зулъкарнаев Т. Р., Кудашкина Н. В., Аверьянов С. В., Макушева Н. В.

ВЛИЯНИЕ ЭКОТОКСИКАНТОВ НА ЗАЧАТКИ ЗУБОВ ЛАБОРАТОРНЫХ ЖИВОТНЫХ. Проблемы стоматологии. 2022; 4: 134-140.

© Чуйкин О. С. и др., 2022

DOI: 10.18481/2077-7566-2022-18-4-134-140

Поступила 05.12.2022. Принята к печати 11.01.2023

DOI: 10.18481/2077-7566-2022-18-4-134-140

## INFLUENCE OF ECOTOXICANTS ON THE TOOTH GROUPS OF LABORATORY ANIMALS

Chuikin O.S.<sup>1</sup>, Shakirova G.R.<sup>2</sup>, Zulkarnaev T.R.<sup>1</sup>, Kudashkina N.V.<sup>1</sup>, Aver'yanov S.V.<sup>1</sup>, Makusheva N.V.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Bashkir State Medical University, Ufa, Russia

<sup>2</sup> Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology — MBA named after K.I. Scriabin», Moscow, Russia

### Annotation

More than 75% of waste is toxic to the environment and humans. The aim of the study was to investigate the toxic effect of ecotoxicants on the rudiments of the teeth of laboratory animals. The experiment was carried out on 30 white outbred rats weighing 180–250. All animals were divided into 2 groups: control (Group 1) and experimental (Group 2). During the experiment, all animals of the experimental groups were subjected to inhalation exposure to gasoline and formaldehyde vapors. Animals of the control group were supplied with normal air around the clock. The jaws of rats were decalcified for 30 days in a 10% formic acid solution in a 10% buffered formalin solution. After dehydration of the material in a battery of alcohols of increasing concentration (ethanol - concentration from 70% to 100% absolute) was poured into paraffin according to the generally accepted method. Using a rotary microtome brand LEICA RM 2145 (LEICA, Germany), histological sections 5–8 µm thick were made. The sections were stained with hematoxylin and eosin and picrofuchsin according to the Van Gieson method. Stained sections were examined and photographed using an AXIO IMAGER-Z1 light microscope (CARL ZEISS, Germany). In the control group of rats, a morphological picture of normal tooth histogenesis was observed at a late stage of development. In the structure of the tooth germs of rat pups of the 2nd group, a violation of the processes of histogenesis of most tooth germs and a change in the structure of the periodontal tissues were found. In the epithelium of the gingival mucosa, signs of dystrophic changes were determined, up to cell destruction; in the connective tissue plate of the gingival mucosa, in the periodontium and in the zone of formation of the alveolar bone, signs of inflammatory phenomena were determined in the form of cell infiltrations and circulatory disorders in the form of expansion of the lumens and blood filling of the vessels. In the area of the tooth germs, destructive changes in odontoblasts and enameloblasts were manifested, which was probably one of the reasons for the disruption of the processes of dentinogenesis and enamel formation, expressed in the heterogeneity of the formation of dentin and enamel layers. This confirms the toxic effect of ecotoxicants on the rudiments of the teeth of laboratory animals.

**Keywords:** rudiments of teeth, ecotoxicants, morphology, dioxin, formaldehyde

The authors declare no conflict of interest.

**Oleg S. CHUIKIN** ORCID ID 0000-0003-4570-4477

PhD in Medical Sciences, Associate Professor, Department of Pediatric Dentistry and Orthodontics with the course of IAPE, Bashkir State Medical University, Ufa, Russia  
oschujkin@bashgmu.ru

**Galiya R. SHAKIROVA** ORCID ID 0000-0003-2995-7044

Grand PhD in Biological Sciences, Professor, Department of Anatomy and Histology of Animals named after Professor A.F. Klimov, Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MBA named after K.I. Scriabin, Moscow, Russia  
anat-hist@mgavm.ru

**Talgat R. ZULKARNAEV** ORCID ID 0000-0002-6334-7058

Grand PhD in Medical Sciences, Professor, Department of Hygiene with a Course in Medical and Preventive Affairs with the course of IAPE, Bashkir State Medical University, Ufa, Russia  
trzulkarnaev@bashgmu.ru

**Natalya V. KUDASHKINA** ORCID ID 0000-0002-7919-384X

Doctor of Pharmacy, Professor, Dean of the Faculty of Pharmacy, Head of the Department of Pharmacognosy with a Course in Botany and Fundamentals of Phytotherapy, Bashkir State Medical University, Ufa, Russia  
nvkudashkina@bashgmu.ru

**Sergey V. AVERYANOV** ORCID ID 0000-0003-1827-1629

Grand PhD in Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Orthopedic Dentistry and Maxillofacial Surgery with IAPE course, Bashkir State Medical University, Ufa, Russia  
Svaveryanov@bashgmu.ru

**Natalya V. MAKUSHEVA** ORCID ID 0000-0002-0410-1445

PhD in Medical Sciences, Associate Professor, Department of Pediatric Dentistry and Orthodontics with the course of IAPE, Bashkir State Medical University, Ufa, Russia  
NVMakusheva@bashgmu.ru

**Correspondence address: Natalya V. MAKUSHEVA**

450078 Ufa, Kirova str, 91–292

+7 (903) 3520207

NVMakusheva@bashgmu.ru

### For citation:

Chuikin O.S., Shakirova G.R., Zulkarnaev T.R., Kudashkina N.V., Aver'yanov S.V., Makusheva N.V.

INFLUENCE OF ECOTOXICANTS ON THE TOOTH GROUPS OF LABORATORY ANIMALS. *Actual problems in dentistry*. 2022; 4: 134-140. (In Russ.)

© Chuikin O.S. et al., 2022

DOI: 10.18481/2077-7566-2022-18-4-134-140

Received 05.12.2022. Accepted 11.01.2023

## Введение

В настоящее время значительные площади земель загрязнены азотистыми соединениями, пестицидами, тяжелыми металлами, нефтепродуктами и другими ксенобиотиками. Более 75% отходов являются токсичными для окружающей среды и человека. Полиароматические углеводороды, фосфор- и хлорорганические пестициды, нитрозамины, полихлорированные дибензо-идиоксины, дибензофураны и бифенилы, обладающие в малых дозах сильным мутагенным и канцерогенным эффектом, отличаются высокой кумулятивной способностью и токсичностью. Наряду с этим они вызывают у человека резкое повышение чувствительности к окружающим ксенобиотикам [1, 2, 6, 11, 21–23].

Организм наиболее уязвим к влиянию различных вредных факторов окружающей среды во внутриутробном и раннем постнатальном периодах [4, 7, 9, 15, 24, 29]. Повреждению подвергается тот орган эмбриона, который находится в стадии гистогенеза и онтогенеза [3, 9, 12, 14, 25, 26, 31]. Органы и ткани ротовой полости одними из первых вступают в контакт с экотоксикантами, поэтому ранние изменения в организме могут локализоваться в зубочелюстной системе детей [8, 13, 17, 28]. До настоящего времени недостаточно исследовано влияние диоксидов серы, азота, аммиака на эмбриональное и постэмбриональное развитие организма [5, 10, 16, 18–20, 27, 30].

Таким образом, изучение влияния экотоксикантов на ткани зубочелюстной системы и их защиты является актуальной проблемой стоматологии.

**Цель исследования.** Изучение токсического влияния экотоксикантов на зачатки зубов лабораторных животных.

## Материалы и методы

Эксперимент проводили на белых беспородных крысах массой 180–250. Всего в эксперименте было задействовано 30 животных. Все животные были разделены на 2 группы, контрольную и опытную.

В ходе эксперимента всех животных опытных групп подвергали ингаляционному воздействию паров бензина и формальдегида. Животные контрольной группы находились в затравочных камерах и им подавали обычный воздух круглосуточно. Затравку экспериментальной группы осуществляли круглосуточно, в течение всей беременности животных. Концентрация химических веществ поддерживалась на уровне предельно допустимой концентрации (ПДК) для атмосферного воздуха населенных мест: бензин — 100 мг/м<sup>3</sup>, формальдегид — 0,035 мг/м<sup>3</sup>.

Челюсти крыс декальцинировали в течение 30 суток в 10% растворе муравьиной кислоты на 10% растворе забуференного формалина [6]. После обе-

звоживания материала в батарее спиртов восходящей концентрации (этанол — концентрация от 70 до 100% — абсолютного) заливали в парафин по общепринятой методике. С помощью роторного микротомы марки LEICA RM 2145 (LEICA, Германия) были изготовлены гистологические срезы толщиной 5–8 мкм. Срезы окрашивали гематоксилином и эозином и пикрофуксином по методу Ван-Гизона (Саркисов Д. С., Перов Ю. Л., 1996). Окрашенные срезы изучали и фотографировали при помощи светового микроскопа марки AXIO IMAGER-Z1 (CARL ZEISS, Германия).

## Результаты исследований

*Морфологическое исследование зубных зачатков крысят, родившихся от крыс контрольной группы после отравления экотоксикантами.*

В контрольной группе крыс наблюдалась морфологическая картина нормального гистогенеза зуба на поздней стадии развития. В составе зачатка зуба можно было рассмотреть следующие компоненты: эмальпродуцирующие клетки — амелобласты, которые располагались снаружи в строго упорядоченном сплошном ряду. Это были призматические клетки с четкой полярной дифференцировкой (овальные ядра располагались на апикальном конце клетки). На базальном конце амелобластов вырабатываются эмалевые призмы, они хорошо просматриваются при большом увеличении микроскопа. Эмаль зуба в виде ярко окрашенной гомогенной ровной зоны лежала под амелобластами. Далее выявлялся дентин — следующий, также бесклеточный, но более широкий и отличающийся по окраске светлый слой. Глубже лежали дентинпродуцирующие клетки — одонтобласты или дентинобласты — отростчатые высокие призматические клетки с резко выраженной полярной дифференцировкой, образующие сплошную зону под дентином (рис. 1).

На апикальном конце они имеют отростки, через которые происходит секреция органических и минеральных веществ, и образуется предентин и дентин. Секрет выделяется путем экзоцитоза в пространство между одонтобластами и амелобластами. Вероятно, в зависимости от периода гистогенеза у отдельных зубных зачатков толщина эмалевого и дентинового слоев варьировала, но на всех участках была одинаково ровной на протяжении. Вся внутренняя часть зуба — зубной сосочек — рыхлая волокнистая соединительная ткань, содержащая многочисленные сосуды, нервы и формирующая пульпу органа. Вокруг зачатка встречались остатки наружного эмалевого эпителия и пульпы эмалевого органа (дающей кутикулу эмали), а иногда и эпителий зубной пластинки.

*Морфологическое исследование зубных зачатков крысят, родившихся от крыс опытной группы (отравление экотоксикантами)*

В структуре зубных зачатков крысят после отравления матерей экотоксикантами обнаруживались морфологические изменения. В пульпе формирующихся зубных зачатков выявлялось заметное расширение просвета почти всех кровеносных сосудов, с выраженным кровенаполнением, с выходом из сосудов форменных элементов крови (рис. 2). Хорошо просматривалась деформация ряда одонтобластических клеток вследствие разрушения отдельных одонтобластов. Вероятно, из-за этого во многих участках наблюдался полиморфизм клеток данного слоя.

При больших увеличениях микроскопа среди деформированных одонтобластов определялись клетки с признаками выраженной вакуольной дистрофии цитоплазмы вплоть до колликвационного некроза, то есть до гибели клеток со сморщиванием

ядер. На этом же рисунке хорошо виден выраженный периваскулярный отек вокруг отдельных кровеносных капилляров, а также отек стромы пульпы зубного зачатка.

Твердые ткани зубных зачатков в разных участках имели свои особенности. Слой предентина, который синтезируется одонтобластами, выделялся не у всех зубных зачатков отчетливо. Слой дентина по толщине был местами неравномерным. Местами определялось чередование оптически светлых и темных участков дентина, вероятно это был результат неравномерного отложения солей кальция в дентине. Такое неравномерное восприятие красителей развивающегося дентина иногда достаточно четко чередовалось и отмечалось на всем его протяжении. Дентинные каналцы при этом были расширены.

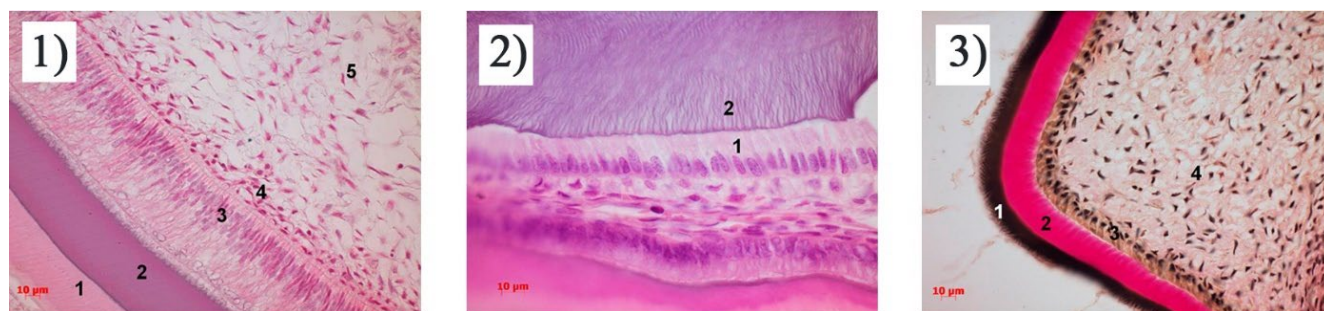


Рис. 1. Структура зубного зачатка крысы контрольной группы

1) Окраска гематоксилином и эозином. 1 — дентин; 2 — эмаль; 3 — амелобласты; 4 — промежуточный слой эпителия; 5 — пульпа эмалевого органа. Окраска гематоксилином и эозином. 2) Окраска гематоксилином и эозином. 1 — амелобласты; 2 — эмалевые призмы. 3) Окраска по методу Ван-Гизона. 1 — эмаль; 2 — дентин; 3 — одонтобласты; 4 — пульпа зуба

Fig. 1. The structure of the tooth germ of the rat of the control group

Staining with hematoxylin and eosin. 1 – dentin; 2 – enamel; 3 – ameloblasts; 4 – intermediate layer of the epithelium; 5 – pulp of the enamel organ. Stained with hematoxylin and eosin. 2) Staining with hematoxylin and eosin. 1 – ameloblasts; 2 – enamel prisms. 3) Coloring according to the Van Gieson method. 1 – enamel; 2 – dentine; 3 – odontoblasts; 4 – tooth pulp

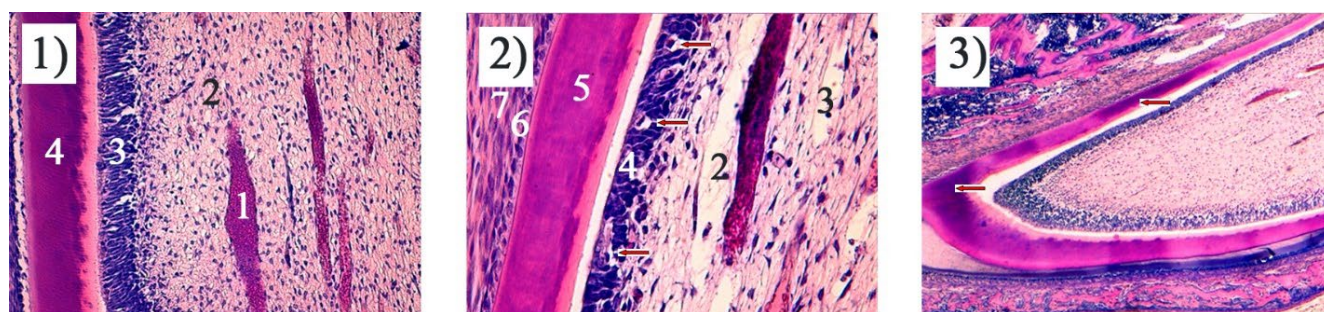


Рис. 2. Структура зубного зачатка крысы опытной группы

1) Расширение кровеносных сосудов (1) в пульпе зубного сосочка (2), их кровенаполнение крысы после отравления экотоксикантом. 3 — одонтобласты; 4 — дентин. Окраска гематоксилином и эозином. Увел. X200. 2) Структура зубного зачатка крысы после отравления экотоксикантом. 1 — кровенаполненный кровеносный сосуд; 2 — периваскулярный отек; 3 — отек стромы пульпы; 4 — одонтобласты; 5 — дентин; 6 — энамелобласты; 7 — периодонт; стрелкой (↓) указаны погибающие одонтобласты со сморщенными ядрами. Окраска гематоксилином и эозином. Увел. x400. 3) 1 пульпа зубного зачатка; 2 — одонтобласты; 3 — дентин; 4 — периодонт; 5 — альвеолярная кость; стрелкой (↓) указана неравномерность окрашивания дентина. Окраска гематоксилином и эозином. Увел. Xx100

Fig. 2. The structure of the tooth germ of the rat of the experimental group

1) Expansion of blood vessels (1) in the pulp of the dental papilla (2), their blood supply to the rat after poisoning with an ecotoxicant. 3 – odontoblasts; 4 – dentin. Stained with hematoxylin and eosin. Zoom x200. 2) The structure of the tooth germ of a rat after poisoning with an ecotoxicant. 1 – blood-filled blood vessel; 2 – perivascular edema; 3 – swelling of the stroma of the pulp; 4 – odontoblasts; 5 – dentin; 6 – enameloblasts; 7 – periodontal; arrow (↓) indicates dying odontoblasts with shriveled nuclei. Stained with hematoxylin and eosin. Zoom x400. 3) 1 dental germ pulp; 2 – odontoblasts; 3 – dentin; 4 – periodontal; 5 – alveolar bone; the arrow (↓) indicates uneven staining of the dentin. Stained with hematoxylin and eosin. Zoom x100

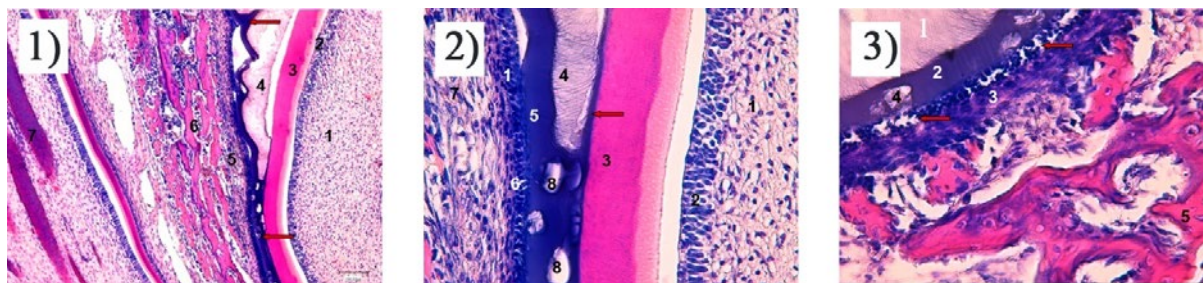


Рис. 3. Структура зубного зачатка крысы после отравления экотоксикантом

1) 1 пульпа зубного зачатка; 2 — одонтобласты; 3 — дентин; стрелкой (↓) указана конечная эмаль; 4 — вторичная (призматическая) эмаль; 5 — периодонт; 6 — альвеолярная кость; 7 — кровеносный сосуд. Окраска гематоксилином и эозином. Увел. x100. 2) 1 пульпа зубного зачатка; 2 — одонтобласты; 3 — дентин; стрелкой (↓) указана начальная эмаль; 4 — вторичная (призматическая) эмаль; 5 — конечная эмаль; 6 — амелобласты; 7 — периодонт; 8 — замурованные участки вторичной эмали. Окраска гематоксилином и эозином. Увел. x200. 3) 1 — вторичная эмаль; 2 — конечная эмаль; стрелкой (↓) указаны разрушающиеся амелобласты; 3 — периодонт; 4 — замурованные участки вторичной эмали; 5 — альвеолярная кость. Окраска гематоксилином и эозином. Увел. x400

Fig. 3. The structure of the tooth germ of a rat after poisoning with an ecotoxicant

1 – dental germ pulp; 2 – odontoblasts; 3 – dentin; the arrow (↓) indicates the final enamel; 4 – secondary (prismatic) enamel; 5 – periodontal; 6 – alveolar bone; 7 – blood vessel. Stained with hematoxylin and eosin. Zoom x100. 2) 1 dental germ pulp; 2 – odontoblasts; 3 – dentin; the arrow (↓) indicates the initial enamel; 4 – secondary (prismatic) enamel; 5 – final enamel; 6 – ameloblasts; 7 – periodontal; 8 – immured areas of secondary enamel. Stained with hematoxylin and eosin. Zoom x200. 3) 1 – secondary enamel; 2 – final enamel; arrow (↓) indicates collapsing ameloblasts; 3 – periodontal; 4 – immured areas of secondary enamel; 5 – alveolar bone. Stained with hematoxylin and eosin. Zoom x400

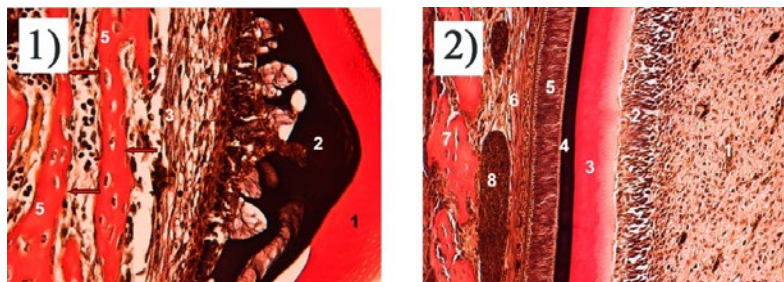


Рис. 4. Структура зубного зачатка крысы после отравления экотоксикантом

1) 1 — дентин; 2 — эмаль; стрелкой (↓) указано отсутствие остеобластов; 3 — периодонт; 4 — замурованные участки вторичной эмали; 5 — альвеолярная кость. Окраска по Ван-Гизону. Увел. x400. 2) 1 — пульпа; 2 — одонтобласты; 3 — дентин; 4 — эмаль; 5 — амелобласты; 6 — периодонт; 7 — альвеолярная кость; 8 — кровенаполненные сосуды. Окраска по Ван-Гизону. Увел. x100

Fig. 4. The structure of the tooth germ of a rat after poisoning with an ecotoxicant

1) 1 – dentin; 2 – enamel; arrow (↓) indicates the absence of osteoblasts; 3 – periodontal; 4 – immured areas of secondary enamel; 5 – alveolar bone. Coloring according to Van Gieson. Zoom x400. 2) 1 – pulp; 2 – odontoblasts; 3 – dentin; 4 – enamel; 5 – ameloblasts; 6 – periodontal; 7 – alveolar bone; 8 – blood-filled vessels. Coloring according to Van Gieson. Zoom x100

Выявлялись признаки нарушения этапов формирования эмалевых слоев (рис. 3). Эмалево-дентинная линия во многих зубных зачатках была неровной. В отдельных участках на слое первичной беспризматической (эмали) виднелся неровный слой призматической (вторичной), а сверху — неровный слой неоднородной по плотности конечной эмали (беспризматической).

При больших увеличениях микроскопа было видно, что в отдельных участках незрелая вторичная (призматическая) эмаль в виде небольших по размерам островков оставалась замурованной в конечной эмали.

В других участках выявлялись признаки выраженной деформации и разрушения слоя амелобластов. В этих зонах слой конечной эмали был неровный и неоднородный. Местами определялась пролиферирующие клетки, смешивались с клетками мезенхималь-

ного происхождения, которые выявлялись на границе с периодонтом и с формирующейся альвеолярной костью. В таких участках, вероятно, и нарушались процессы образования костной ткани, а именно балок альвеолярной кости (рис. 4). На рис. 4 (1, 2) отмечается отсутствие, вероятно, вследствие разрушения, остеобластических клеток на костных балках формирующейся кости.

Обычно при нормально протекающем процессе остеогенеза удлиненной формы остеобласты в виде цепочки окаймляют все костные балки альвеолярной кости. На рис. 4 (2) показана и выраженная неровность эмали, также свидетельствующая о нарушении процессов эмалеобразования. Несмотря на то, что кровеносные сосуды в периодонте были расширены и кровенаполнены, а одонтобласты имели дистрофические изменения, встречались также зубные зачатки, в которых остальные элементы были с

типичным строением. Это относится к пульпе, дентину, эмалевому слою, слою энамелобластов, периодонтальной связке.

### Выводы

Таким образом, после отравления беременных крыс экотоксикантами на гистологических препаратах челюстей у родившихся крысят выявлялось нарушение процессов гистогенеза большинства зубных зачатков и изменение структуры околозубных тканей. В эпителии слизистой десен определялись признаки дистрофических изменений, вплоть до разрушения клеток; в соединительнотканной пла-

стинке слизистой десны, в периодонте и в зоне формирования альвеолярной кости определялись признаки воспалительных явлений в виде клеточных инфильтраций и нарушения кровообращения в виде расширения просветов и кровенаполнения сосудов. В области зубных зачатков проявлялись деструктивные изменения одонтобластов и энамелобластов, что, вероятно, явилось одной из причин нарушения процессов дентиногенеза и эмалеобразования, выражающихся в неоднородности формирования слоев дентина и эмали. Это подтверждает токсическое влияние экотоксикантов на зачатки зубов лабораторных животных.

### Литература/References

1. Абдизимов А.Д. Экспериментальное изучение действия промышленных аэрозолей и токсических газов на состояние зубов. Стоматология. 1992;2:6-8. [A.D. Abdizimov. Experimental study of the effect of industrial aerosols and toxic gases on the state of the teeth: Dentistry. 1992;2:6-8. (In Russ.)]. [https://translated.turbopages.org/proxy\\_u/en-ru.ru.fb2a82df-6396c93f-fccc4c0b-74722d776562/https/pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1412559/](https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.fb2a82df-6396c93f-fccc4c0b-74722d776562/https/pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1412559/)
2. Апраксина Е.Ю., Залавина С.В., Железный П.А., Железня А.П. Структура зубных зачатков и особенности минерального обмена при вибрационном воздействии в эксперименте. Проблемы стоматологии. 2018;14(2):121-125. [E.Yu. Apraksina, S.V. Zalavina, P.A. Zhlezny, A.P. Zheleznyana. Structure of tooth rudiments and mineral metabolism pattern at vibration effect in the experiment. Actual Problems in Dentistry. 2018;14(2):121-125. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.18481/2077-7566-2018-14-2-121-125>
3. Баженова Л.Н. Органические суперэкоциклянты. Аналитический аспект. Курс лекций. Екатеринбург. 2007:261. [L.N. Bazhenova. Organic superecotoxicants. Analytical aspect. Lecture course. Yekaterinburg. 2007:261. (In Russ.)]. <http://hdl.handle.net/10995/1381>
4. Рыбак В.А. Исследование влияния качества окружающей среды на здоровье населения. Москва. 2014:424. [V.A. Rybak. Study of the impact of environmental quality on public health. Moscow. 2014:424. (In Russ.)]. [https://www.logobook.ru/prod\\_show.php?object\\_uid=12551440](https://www.logobook.ru/prod_show.php?object_uid=12551440)
5. Захаров А.Б. Дендроиндикация окружающей среды промышленных городов. Москва. 2014:144. [A.B. Zakharov. Dendroindication of the environment of industrial cities. Moscow. 2014:144. (In Russ.)]. [https://www.logobook.ru/prod\\_show.php?object\\_uid=12547866](https://www.logobook.ru/prod_show.php?object_uid=12547866)
6. Зулкарнаева А.Т., Чуйкин С.В., Аверьянов С.В., Зулкарнаев Т.Р. Иммуногистохимические исследования влияния экотоксикантов на зубочелюстную систему лабораторных животных. Медицинский вестник Башкортостана. 2010;4:140-144. [A.T. Zulkarnaeva, S.V. Chuikin, S.V. Averyanov, T.R. Zulkarnaev. Immunohistochemical studies of the effect of ecotoxicants on the dentoalveolar system of laboratory animals. Medical Bulletin of Bashkortostan. 2010;4:140-144. (In Russ.)]. <https://elibrary.ru/item.asp?id=15186743>
7. Казубовская М.А. Биомониторинг окружающей среды. Москва. 2013:532. [M.A. Kazubovskaya. Biomonitoring of the environment. Moscow. 2013:532. (In Russ.)]. [https://www.logobook.ru/prod\\_show.php?object\\_uid=12559436](https://www.logobook.ru/prod_show.php?object_uid=12559436)
8. Камиллов Х.П., Тайлакова Д.И., Никольская И.А. Эмбриональный и постнатальный гистогенез зубов у крыс в условиях загрязнения окружающей среды. Medical Journal of the Russian Federation, Russian Journal. 2019;25(4). [Kh.P. Kamilov, D.I. Tailakova, I.A. Nikolskaya. Embryonic and postnatal histogenesis of teeth in rats under environmental pollution. Medical Journal of the Russian Federation, Russian Journal. 2019;25(4). (In Russ.)]. <http://dx.doi.org/10.18821/0869-2106-2019-25-4-230-233>
9. Козыцын А.Н., Рудой Г.Н. Опыт и перспективы решения вопросов охраны здоровья рабочих и населения, проживающего на территориях размещения промышленных предприятий. Медицина труда и промышленная экология. 2007;3:5-8. [A.N. Kozitsyn, G.N. Rudoy. Experience and prospects for solving issues of protecting the health of workers and the population living in the territories where industrial enterprises are located. Occupational medicine and industrial ecology. 2007;3:5-8. (In Russ.)]. <https://cyberleninka.ru/article/n/opyt-i-perspektivy-resheniya-voprosov-ohrany-zdorovya-rabochih-i-naseleniya-prozhivayushchego-na-territoriyah-razmeshcheniya>
10. Конторщикова К.Н. Перекисное окисление липидов в норме и патологии. Учебное пособие. Н. Новгород. 2000:23. [K.N. Kontorshchikova. Lipid peroxidation in health and disease. Textbook. N. Novgorod. 2000:23. (In Russ.)]. <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-protseessa-perekisnogo-okisleniya-lipidov-v-norme-i-pri-nekotoryh-patologicheskikh-sostoyaniyah-udetey-obzor-literatury>
11. Мельниченко Э.М., Чешко Н.Н., Берлов Г.А. Морфометрия изменений одонтогенеза у крыс, вызванных малыми дозами ионизирующей радиации. Здравоохранение. 1997;10:19-21. [E.M. Melnichenko, N.N. Cheshko, G.A. Berlov. Morphometry of changes in odontogenesis in rats caused by low doses of ionizing radiation. Healthcare. 1997;10:19-21. (In Russ.)]. [http://webirbis.spsl.nsc.ru/irbis64r\\_01/cgi/cgiirbis.64.exe?I21DBN=MD&P21DBN=MD&S21STN=1&S21FMT=fullweb&C21COM=S&S21CNR=&S21P01=0&S21P02=1&S21P03=A=&S21STR=%D0%9C%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B8%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%BE%2C%20%D0%AD.%20%D0%9C](http://webirbis.spsl.nsc.ru/irbis64r_01/cgi/cgiirbis.64.exe?I21DBN=MD&P21DBN=MD&S21STN=1&S21FMT=fullweb&C21COM=S&S21CNR=&S21P01=0&S21P02=1&S21P03=A=&S21STR=%D0%9C%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B8%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%BE%2C%20%D0%AD.%20%D0%9C)
12. Олесова В.Н., Хавкина Е.Ю., Солтарь В.И. Эффективность стоматологической диспансеризации и ежегодной санации полости рта в организованных коллективах работников промышленных предприятий. Российский стоматологический журнал. 2008;4:46-48. [V.N. Olesova, E.Yu. Khavkina, V.I. Soltar. Efficiency of dental medical examination and annual sanction of the oral cavity in organized collectives of workers of industrial enterprises. Russian Dental Journal. 2008;4:46-48. (In Russ.)]. <http://elib.fesmu.ru/elib/Article.aspx?id=188951>
13. Панфилова В.В., Колганова О.И., Чибисова О.Ф. Влияние хронического электромагнитного облучения на эмбриогенез и раннее постнатальное развитие потомства облучённых животных. Радиация и риск (Бюллетень Национального радиационно-эпидемиологического регистра). 2021;30(4):61-68. [V.V. Panfilova, O.I. Kolganova, O.F. Chibisova. Effect of chronic electromagnetic radiation on embryogenesis and early postnatal development of the offspring of irradiated animals. Radiation and Risk (Bulletin of the National Radiation and Epidemiological Register). 2021;30(4):61-68. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.21870/0131-3878-2021-30-4-61-68>
14. Скланов Ю.И., Колесников С.И., Железный П.А. Влияние вибрации на систему «мать-плод» в эксперименте. Москва. 2014:192. [Yu.I. Sklyanov, S.I. Kolesnikov, P.A. Zhelezny. Influence of vibration on the «mother-fetus» system in the experiment. Moscow. 2014:192. (In Russ.)]. <https://www.journal-irioh.ru/jour/article/view/25/0>
15. Солтаева А.М.-Х., Джамбетова П.М., Рубанович А.В. Генотоксические последствия нефтяного загрязнения окружающей среды. Москва. 2014:379. [A.M.-Kh. Soltaeva, P.M. Dzhambetova, A.V. Rubanovich. Genotoxic consequences of oil pollution of the environment. Moscow. 2014:379. (In Russ.)]. <https://znanium.com/catalog/document?id=352298>
16. Тунакова Ю.А., Новикова С.В., Файзуллин Р.И., Валиев В.С. Зависимости содержания микроэлементов во внутренних средах организма человека от содержания в объектах окружающей среды. Российский журнал прикладной экологии. 2016;4(8):29-34. [Yu.A. Tunakova, S.V. Novikova, R.I. Faizullin, V.S. Valiev. Dependences of the content of microelements in the internal environments of the human body on the content in environmental objects. Russian Journal of Applied Ecology. 2016;4(8):29-34. (In Russ.)]. <https://cyberleninka.ru/article/n/zavisimosti-soderzhaniya-mikroelementov-vo-vnutrennih-sredah-organizma-cheloveka-ot-soderzhaniya-v-objektah-okruzhayushchey-sredy>
17. Чешко Н.Н., Берлов Г.А. Изменения зачатка зубов в раннем постнатальном периоде у крыс под влиянием доз ионизирующей радиации. Современная стоматология. 2000;1:34-36. [N.N. Cheshko, G.A. Berlov. Changes in the rudiment of teeth in the early postnatal period in rats under the influence of doses of ionizing radiation. Modern dentistry. 2000;1:34-36. (In Russ.)]. <https://www.mednovosti.by/Journal.aspx?id=173>
18. Чуйкин С.В., Галеев Р.В., Галеева Р.Р. Стоматологический статус детей с аутизмом, проживающих в регионе с экотоксикантами. Проблемы стоматологии. 2019;2:84-88. [S.V. Chuikin, R.V. Galeev, R.R. Galeeva. Dental status of children with autism living in a region with ecotoxicants. Actual problems in dentistry. 2019;2:84-88. (In Russ.)]. <https://cyberleninka.ru/article/n/stomatologicheskij-status-detej-s-autizmom-prozhivayuschih-v-regione-s-ekotoksikantami>
19. Чуйкин С.В., Давлетшин Н.А., Викторова Т.В., Шайхутдинова Д.И. Этиология, патогенез, клиника и профилактика врожденной расщелины верхней губы и неба. Уфа. 2007:141. [S.V. Chuikin, N.A. Davletshin, T.V. Viktorova, D.I. Shaikhutdinova. Etiology, pathogenesis, clinic and prevention of congenital cleft lip and palate. Ufa. 2007:141. (In Russ.)]. <https://american-issue.info/wp-content/uploads/2019/12/11-14.pdf>

20. Чуйкин С.В., Билак А.Г., Давлетшин Н.А. Распространенность, кликоанатомические формы врожденной расщелины верхней губы, неба и сопутствующие заболевания у детей с данной патологией. Стоматология детского возраста и профилактика. 2015;3(54):17-21. [S.V. Chuikin, A.G. Bilak, N.A. Davletshin. Prevalence, clinical and anatomical forms of congenital cleft lip, palate and concomitant diseases in children with this pathology. Dentistry of childhood and prevention. 2015;3(54):17-21. (In Russ.)]. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24395018>
21. Alaluusua S., Lukinmaa P.L. Developmental dental toxicity of dioxin and related compounds – a review // Int Dent J. – 2006;56(6):323-331. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17243464/>
22. Buysse M.L., Birth defect encyclopedia. Dover : Black-well Scientific Publications. 1990:605. <https://www.amazon.com/Birth-Defects-Encyclopaedia-Louise-Buysse/dp/0865420882>
23. Chlapowska J., Opydo-Szymaczek J. Dietary and hygienic aspects of fluoride exposure in pregnant women // Ann Acad Med Stetin. – 2004;50(11):19-22. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16892578/>
24. Chuykin S., Galeev R., Galeeva R. Dental status of children with autism, living in the region with ecotoxicants // Actual problems in dentistry. – 2019;9;15(2):84-88. <http://dx.doi.org/10.18481/2077-7566-2019-15-2-84-88>
25. Hursthouse A., Kowalczyk G. Transport and dynamics of toxic pollutants in the natural environment and their effect on human health: research gaps and challenge // Environ Geochem Health. – 2009;31(2):165-187. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19002593/>
26. Jedeon K., De la Dure-Molla M., Brookes S.J., Loiodice S., Marciano C., Kirkham J. et al. Enamel defects reflect perinatal exposure to bisphenol A. Enamel defects reflect perinatal exposure to bisphenol A // Am J Pathol. – 2013;183(1):108-118. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23764278/>
27. Khludova L. Molecular mechanisms of action of ecotoxicants on simple nervous systems. neuroscience for medicine and psychology. – 2022;24. <http://dx.doi.org/10.29003/m2984.sudak.ns2022-18/368-369>
28. Panfilova V., Kolganova O., Chibisova O. The effect of proton and gamma irradiation on the behavior, learning ability and pregnancy in rats. Book of Abstracts. 2021. <https://doi.org/10.21175/rad.abstr.book.2021.32.2>
29. Romero A.N., Herlin M., Finnilä M., Korkalainen M., Håkansson H., Viluksela M., Sholts SB. Skeletal and dental effects on rats following in utero/lactational exposure to the non-dioxin-like polychlorinated biphenyl PCB 180 // PLoS One. – 2017;12(9):185-241. doi: 10.1371. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28957439/>
30. Rossignol D.A., Genuis S.J., Frye R.E. Environmental toxicants and autism spectrum disorders: a systematic review // Transl Psychiatry. – 2014;4:360. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24518398/>
31. Wigle D.T., Arbuckle T.E., Turner M.C., Bérubé A., Yang Q., Liu S., Krewski D. Epidemiologic evidence of relationships between reproductive and child health outcomes and environmental chemical contaminants // J Toxicol Environ Health B Crit Rev. – 2008;11(5-6): 373-517. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18470797/>