

© Коллектив авторов, 2024
УДК 616.441:616.314-018
DOI – <https://doi.org/10.14300/mnnc.2024.19012>
ISSN – 2073-8137

Характеристика гистологической структуры тканей зуба при экспериментальном гипотиреозе и введении йодстевиолгликозида

Т. И. Ганеев¹, Ф. Х. Камилов¹, В. Н. Козлов², Е. Р. Фаршатова¹, С. В. Сирак³,
А. Г. Сирак³, Т. Н. Шаймарданов¹

¹ Башкирский государственный медицинский университет, Уфа, Российская Федерация

² Башкирский институт технологий и управления, филиал Московского государственного университета технологий и управления им. К. Г. Разумовского, Мелеуз, Российская Федерация

³ Ставропольский государственный медицинский университет, Российская Федерация

Characteristics of the histological structure of tooth tissues in experimental hypothyroidism and administration of iodosteviolglycoside

Ganeev T. I.¹, Kamilov F. H.¹, Kozlov V. N.², Farshatova E. R.¹, Sirak S. V.³,
Sirak A. G.³, Shaymardanov T. N.¹

¹ Bashkir State Medical University, Ufa, Russian Federation

² Bashkir Institute of Technology and Management, branch of the Moscow State University of Technology and Management named after K. G. Razumovsky, Meleuz, Russian Federation

³ Stavropol State Medical University, Russian Federation

На модели гипотиреоза (тиамазол в течение 21 суток, 25 мг/кг массы) изучены морфологические изменения тканей зуба и пародонта у экспериментальных животных и возможности коррекции при использовании йодсахарида на основе стевиолгликозида ребаудиозида А. Установлено, что экспериментальная дисфункция щитовидной железы, сформированная у крыс в течение трех недель, приводит к длительно не компенсируемым изменениям структурных компонентов зуба и окружающих его тканей, которые проявляются нарушениями микроциркуляции и признаками воспалительных явлений, резорбцией альвеолярной кости, повреждением процессов эмале- и дентинообразования. На фоне сформированной модели гипотиреоза 30-суточное использование йодстевиолгликозида ребаудиозида А, как и йодомарина, обеспечило ускорение нормализации патологических изменений тканей зуба и пародонта крыс.

Ключевые слова: экспериментальный гипотиреоз, зубы, ткани пародонта, йодстевиолгликозид ребаудиозид А, гистологическая структура

Morphological changes in tooth and periodontal tissues in experimental animals and the possibility of correction using iodine saccharide based on steviolglycoside rebaudioside A were studied using a hypothyroidism model (thiamazole for 21 days, 25 mg/kg weight). It was found that experimental thyroid dysfunction, formed in rats for three weeks, leads to long-term uncompensated changes in the structural components of the tooth and surrounding tissues, which are manifested by microcirculation disorders and signs of inflammatory phenomena, resorption of the alveolar bone, violation of the processes of enamel and dentin formation. At the background of the formed hypothyroidism model, the 30-day use of iodosteviolglycoside rebaudioside A, as well as iodomarin, accelerated the normalization of pathological changes in rat tooth and periodontal tissues.

Keywords: experimental hypothyroidism, teeth, periodontal tissues, iodosteviolglycoside rebaudioside A, histological structure

Для цитирования: Ганеев Т. И., Камилов Ф. Х., Козлов В. Н., Фаршатова Е. Р., Сирак С. В., Сирак А. Г., Шаймарданов Т. Н. Характеристика гистологической структуры тканей зуба при экспериментальном гипотиреозе и введении йодстевиолгликозида. *Медицинский вестник Северного Кавказа*. 2024;19(1):53-57.

DOI – <https://doi.org/10.14300/mnnc.2024.19012>

For citation: Ganeev T. I., Kamilov F. H., Kozlov V. N., Farshatova E. R., Sirak S. V., Sirak A. G., Shaimardanov T. N. Characteristics of the histological structure of tooth tissues in experimental hypothyroidism and administration of iodosteviolglycoside. *Medical News of North Caucasus*. 2024;19(1):53-57. DOI – <https://doi.org/10.14300/mnnc.2024.19012> (In Russ.)

Гипотиреоз сопряжен со значительными нарушениями в структуре и функционировании зубочелюстной системы. В детском возрасте гипопункция щитовидной железы нередко проявляется задержкой в прорезывании зубов, структурными деформациями челюстных костей, изменениями процессов эмалеобразования с множественным кариесом временных и постоянных зубов, у взрослых – с множественными структурными изменениями в тканях пародонта, включая резорбцию корней зубов, повреждение эмали и дентина [1–4]. Экспериментальный гипотиреоз у животных снижает резистентность твёрдых тканей зуба к кариесогенному воздействию [5].

Большая часть административных территорий России эндемичны по зубу, что обеспечивает тенденцию роста показателя первичной заболеваемости гипотиреозом [6]. В большой группе стран Западной и Центральной Европы, Юго-Восточной Азии, Северной, Латинской и Южной Америки массовой профилактикой дефицита йода с применением в домохозяйствах и пищевой промышленности йодированной поваренной соли (рекомендация экспертов ВОЗ) острота проблемы была снята [7, 8], что послужило основанием для предложений по расширению спектра йодированных продуктов питания [9, 10].

Впрочем, неконтролируемость пищевой нагрузки йодсодержащими продуктами способствовала появлению нежелательных явлений со стороны органов и систем, включая формирование явлений гипертиреоза и гипотиреоза, аутоиммунного тиреоидита, узлового зоба [11, 12]. В этой связи поиск новых йодорганических комплексов, которыми возможно обогащать продукты питания, а также использовать в качестве легко дозируемых пищевых добавок, способных устранять проявления дефицита функции щитовидной железы как на модельных состояниях в экспериментальной практике, так и в клинических условиях, можно считать приоритетным направлением в медицине.

Цель исследования – изучить изменения гистологической структуры зуба и поддерживающих его тканей при экспериментальном мерказолиловом гипотиреозе и их коррекцию новым йодсахаридом на основе стевииолгликозида ребаудиозида А.

Материал и методы. Эксперименты проведены на 28 самцах белых крыс массой 190–230 г. Крысы содержались на сбалансированном питании (комбикорм для лабораторных животных ЗАО «Ассортимент – Агро») в условиях вивария со свободным доступом к воде. Эвтаназию животных осуществляли под эфирным наркозом.

Животные были разделены на группы: 1-я – контрольная, 2-я – опытная, 3-я – основная, 4-я – группа сравнения. Крысам 2, 3 и 4-й групп ежедневно внутрижелудочно вводили тиамазол (мерказолил) в дозе 25 мг/кг массы тела в течение 21 суток [13], крысам контрольной группы – физиологический раствор. Крысы 1-й и 2-й групп забивали на 22 сутки эксперимента, крысы 3-й группы – через 30 дней после завершения введения тиреостатика. В течение этого восстановительного периода животные 3-й и 4-й групп получали ежедневно раствор йодстевииолгликозида, 4-й группы – йодомарин («BERLIN CHEMIE») в 2 % растворе крахмала из расчёта 2,5 мкг на 100 г массы тела.

Йодстевииолгликозид представляет собой новую биологически активную добавку к пище, содержащую в качестве биосовместимой органической матрицы стевииолгликозид ребаудиозид А растения *Stevia Rebaudiana Bertony* [14], используемый в пищевой промышленности как подсластитель. Йодстевииол-

гликозид растворим в воде, химически стабилен, устойчив при хранении и биоразлагаем в пищеварительном тракте, что способствует проявлению системной биологической активности.

Для исследования остроконечными ножницами вырезали нижние челюсти крыс и подвергали их гистологической обработке. Челюсти крыс декальцировали в течение 30 суток в 10 % растворе муравьиной кислоты на 10 % растворе забуференного формалина. После обезвоживания материала в батерее спиртов восходящей концентрации (этанол-концентрация от 70 % до 100 % – абсолютного) заливали в парафин по общепринятой методике, изготавливали гистологические срезы толщиной 5–8 мкм (роторный микротом LEICA RM2145, фирмы LEICA, Германия), окрашивали гематоксилином и эозином, а также пикрофуксином по Ван Гизону. Окрашенные срезы изучали и фотографировали при помощи светового микроскопа AXIO IMAGER-Z1 (CARL ZEISS, Германия).

Результаты и обсуждение. Установлено, что у крыс контрольной группы (1-я группа) в составе зуба хорошо просматриваются амелобласты, располагающиеся на внешней стороне эмалевого слоя, обеспечивая четкую дифференцированную структуру (рис. 1а). Глубже выявляется довольно широкий дентиновый слой, ещё глубже от слоя дентина лежат одонтобласты (рис. 1б), образующие сплошную зону. Внутреннюю часть зуба представляет рыхлая волокнистая соединительная ткань с кровеносными сосудами и нервными пучками, формирующая пульпу – зубной сосочек. Соединительнотканное образование, расположенное в узком щелевидном пространстве между цементом корня зуба и компактной альвеолярной пластинкой, формирует периодонт, состоящий из ориентированных пучков коллагеновых волокон, между которыми просматривается прослойка рыхлой соединительной ткани с многочисленными кровеносными сосудами и нервами. Слизистая оболочка полости рта состоит из многослойного плоского неороговевающего эпителия и собственной пластинки слизистой, плотно срастающейся с межмышечной соединительной тканью щечных мышц, образованной из волокнистой соединительной ткани.

У животных опытной группы, подвергавшихся интоксикации тиамазолом, определяются выраженные признаки нарушения морфологической структуры как зубов, так и околозубных тканей. Отмечаются признаки нарушения кровообращения в виде кровенаполнения в кровеносной сети периодонта и костной ткани зубных альвеол, их разрушения и истончения. По краям костных альвеол просматриваются резорбционные лакуны с многоядерными остеокластами (рис. 1с), вокруг которых много эозинофильных гранулоцитов.

В некоторых зубах в слое одонтобластов деформированные клетки формируют неровные ряды, а отдельные клетки подвергнуты деструктивным процессам с распадом их отростков на различные фрагменты (рис. 1д). Во многих зубах выявляется разряжение рядов одонтобластов с укорочением клеток. Дентинные каналы часто расширены. В большинстве зубов эмалево-дентинная линия не всегда отчетливо прослеживается, неровная.

У многих крыс с гипотиреозом выявляются признаки деструкции эмали с участками «вспененного» эмалевого слоя с различной толщиной эмали даже в пределах поверхности одного зуба (рис. 2а).

Полученные результаты не противоречат экспериментальным и клиническим данным, указывающим на выраженные нарушения структуры и свойств тканей

зуба при гипотиреозе: более высокую поражаемость зубов, гипоплазию и снижение резистентности с увеличением эрозии и стираемости эмали, высокую распространённость кариеса и пародонтита [1, 4, 15]. У пациентов с кариесом зубов на фоне гипотиреоза гистологические исследования операционного материала показывают наличие существенных структурных изменений твёрдых тканей зуба с участками распада, дистрофическими изменениями эмали, дентина и некрозом тканей [16]. Негативное влияние гипофункции щитовидной железы на состояние тканей ротовой полости, по мнению авторов, связано со снижением реминерализующих свойств ротовой жидкости, нарушением фосфорно-кальциевого обмена и процессов remodelирования костной ткани, усилением процессов свободнорадикального окисления с изменениями параметров микробиоты [15, 17].

Однако изменения эмалевого слоя зубов, выявленные в ходе проведенного исследования, в большей степени связаны с разрушениями, которые морфологически отмечались в слое амелобластов. Клетки слоя уложены беспорядочно, иногда прерывисто. Ядра амелобластов пикнотичны, сморщены, окрашены базофильно, нередко неправильной формы и различных размеров. Множество амелобластических клеток сморщены, разрушены (рис. 2b). Конечный эмалевый слой отсутствует или имеет выраженные изменения структуры и прерывается в местах, где обнаруживаются патологически нарушенные амелобласты, расположенные беспорядочно, без чёткой ориентации. На отдельных зубах крыс первичный эмалевый слой отсутствует почти полностью, выявляясь лишь частично в виде скопления незрелых светлых эмалевых призм, сконцентрированных в слой светлого компактного вещества на поверхности дентина.

Пульпа зубов при гипотиреозе морфологически представляет собой модель воспаления в стадии венозной гиперемии и стаза с периваскулярной экссудацией, выходом в ткани лимфоцитов и макрофагов, с отеком стромы пульпы; определяются патологические изменения структуры одонто-

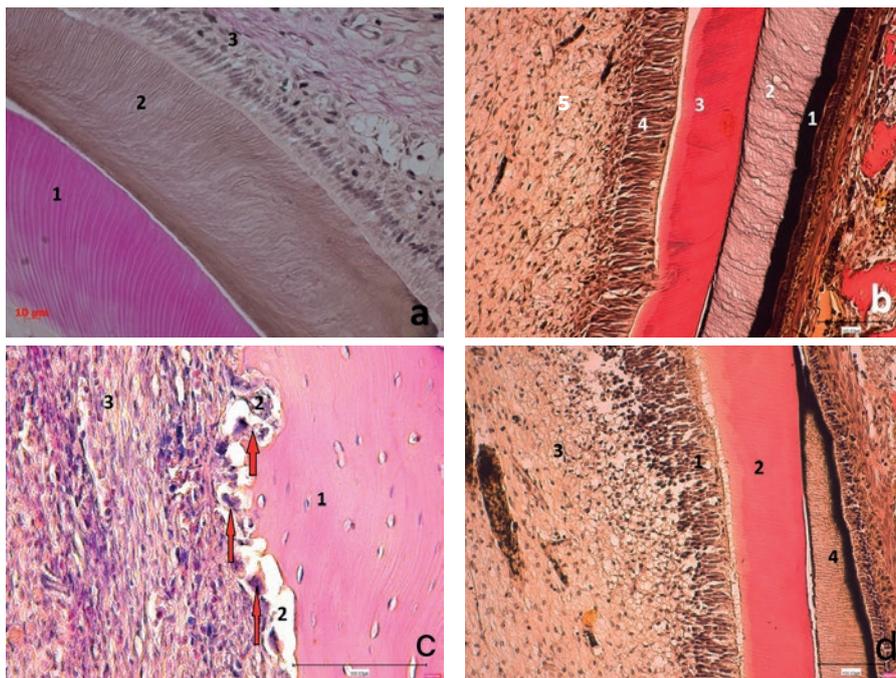


Рис. 1. Структура зуба крысы контрольной группы: а) 1 – дентин; 2 – эмаль; 3 – амелобласты. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. x200; б) 1 – конечная эмаль; 2 – первичная эмаль; 3 – дентин; 4 – одонтобласты; 5 – пульпа зуба. Окраска по методу Ван Гизона. Ув. x100; в) Резорбция альвеолярной костной ткани многоядерными остеокластами (↑) у крысы опытной группы при гипотиреозе: 1 – костные пластины альвеол; 2 – резорбционные лакуны; 3 – периодонт. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. x200; д) Деформация и разрушение ряда одонтобластов (1) зуба крысы опытной группы при гипотиреозе; 2 – дентин; 3 – пульпа; 4 – первичная эмаль. Окраска по методу Ван Гизона. Ув. x100

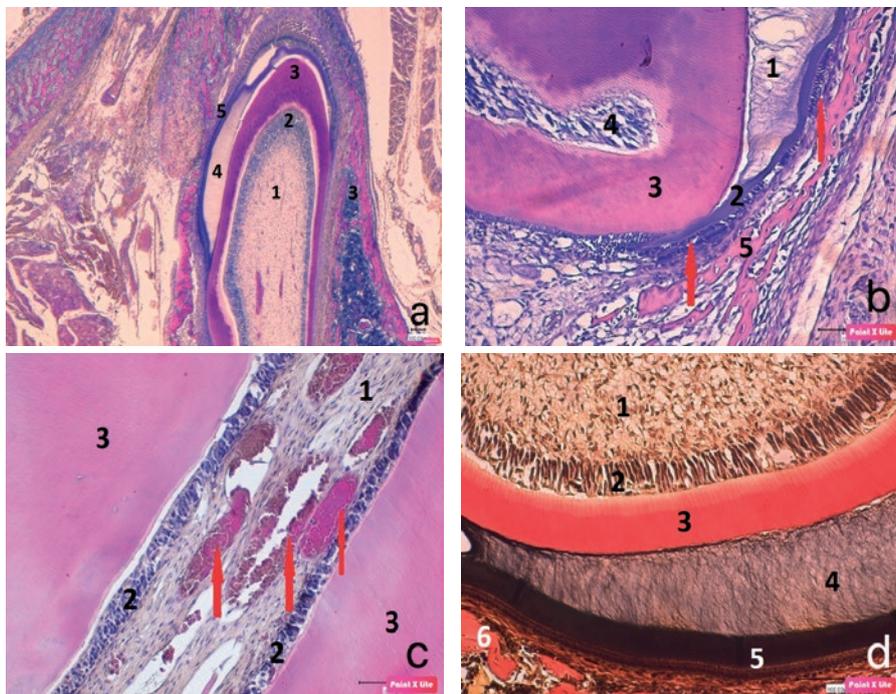


Рис. 2. а) Структура зуба крысы опытной группы при гипотиреозе. Неравномерность эмали зубного зачатка: 1 – пульпа зубного сосочка; 2 – одонтобласты; 3 – дентин; 4 – первичная эмаль; 5 – конечная эмаль. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. x40; б) Нарушение структуры зуба крысы опытной группы при гипотиреозе. Разрушающиеся амелобласты (↑); 1 – первичная эмаль; 2 – конечная эмаль; 3 – дентин; 4 – одонтобласты; 5 – альвеолы; в) Расширение сосудов (↑) и стаз крови в сосудах пульпы зуба крысы опытной группы при гипотиреозе: 1 – пульпа; 2 – одонтобласты; 3 – дентин. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. x100; д) Структура зуба крысы основной группы. 1 – пульпа; 2 – одонтобласты; 3 – дентин; 4 – первичная эмаль; 5 – конечная эмаль; 6 – альвеолярная кость. Окраска по методу Ван Гизона. Ув. x100

бластов и заметное огрубление волокнистых структур в виде фибрирования пульпозной стромы (рис. 2с).

Таким образом, у крыс с экспериментальным гипотиреозом выявляются выраженные морфологические изменения всех структурных элементов зубов и окружающих их тканей, проявляющиеся нарушениями микроциркуляции в мягких тканях, признаками воспалительных явлений, резорбцией альвеолярной кости и нарушениями процессов эмале- и дентинообразования.

В основной группе крыс (3-я группа) на фоне применения йодстевиолгликозида большинство зубов и окружающих их тканей имеют характерное для нормы строение без каких-либо выраженных морфологических отклонений. Пульпа зуба без признаков отёка, содержит в волокнистой строме небольшое количество относительно мелкокалиберных кровеносных сосудов с узкими пустыми просветами, свидетельствующими об отсутствии нарушения микроциркуляции (рис. 2d). Одонтобласты длинной призматической формы с выраженной, характерной полярной дифференцировкой, формирующие сплошные ровные ряды. На апикальном конце клеток хорошо просматриваются их длинные отростки. Одонтобластические клетки секретируют наружу предентин, который затем превращается в дентин. Хорошо видны разные по толщине слои предентина и дентина, за которыми располагается слой беспризматической эмали. Отчетливо просматривается и формирующаяся вторичная (призматическая) эмаль в виде ровно окрашивающейся и тёмной полосы. Амелобласты располагаются снаружи от слоя конечной эмали в виде призматических клеток с выраженной полярной дифференцировкой в строго упорядоченном ряду (рис. 3а).

Вдоль зубов внутри десны у крыс, получавших в восстановительный период йодстевиолгликозид, выявляются периодонтальные связки, лежащие в узком щелевидном пространстве вдоль компактной пластинки альвеолярной кости (рис. 3б). Ткань периодонта сформирована из пучков коллагеновых волокон, ориентированных в определённом направлении, и прослоек рыхлой соединительной ткани между ними. Кровеносные сосуды тканей пародонта без выраженных признаков нарушения микроциркуляции. Стенки кровеносных сосудов интактной структуры, однако выявляются отдельные сосуды с отечными стенками. Признаков резорбции альвеолярных костей в виде резорбционных лакун и присутствия многоядерных остеокластов не обнаруживается.

Структура слизистой оболочки десен крыс в основном характерна для нормы. Лишь отдельные участки соединительнотканной стромы вокруг некоторых сосудов имеют признаки слабовыраженной клеточной инфильтрации. Эпителиальный слой и собственная соединительнотканная пластинка слизистой не имеют каких-либо патоморфологических изменений.

В группе сравнения крыс (4-я группа) при применении йодомарина эмаль зуба имеет вид узкой полоски и остается без существенных изменений. Данные коронковой и корневой частей характеризуются наличием радиально расположенных канальцев, идущих от пульпы к ровной дентино-эмалевой границе (рис. 3с), в цементе какие-либо изменения строения не выявляются. Одонтобласты имеют характерную полярную дифференцировку также без существенных изменений. Пульпа зуба без признаков отёка, однако застой крови в отдельных кровеносных капиллярах сохраняется, тогда как фибробласты и лимфоидные клетки остаются в умеренном количестве (рис. 3д).

Таким образом, при использовании у животных в восстановительном периоде после экспериментального мерказолилового гипотиреоза йодстевиолгликозида и широко используемого в клинике препарата для коррекции йододефицита – йодомарина не выявляются патологические изменения зубов и окружающих их тканей в сравнении с группой крыс, которым такую коррекцию не проводили.

Заключение. Экспериментальный гипотиреоз, развивающийся у крыс при ежедневном введении тиамазола (мерказолила) в дозе 25 мг/кг массы крыс в течение трёх недель, приводит к выраженным морфологическим изменениям структурных компонентов зуба и тканей пародонта, которые проявляются нарушениями микроциркуляции и признаками воспалительных явлений, резорбцией альвеолярной кости, изменениями структуры эмали и дентина, процессов эмалегенеза и дентинообразования. Выявленные изменения сохраняются в течение длительного времени с медленной компенсацией структурных и функциональных изменений пародонта.

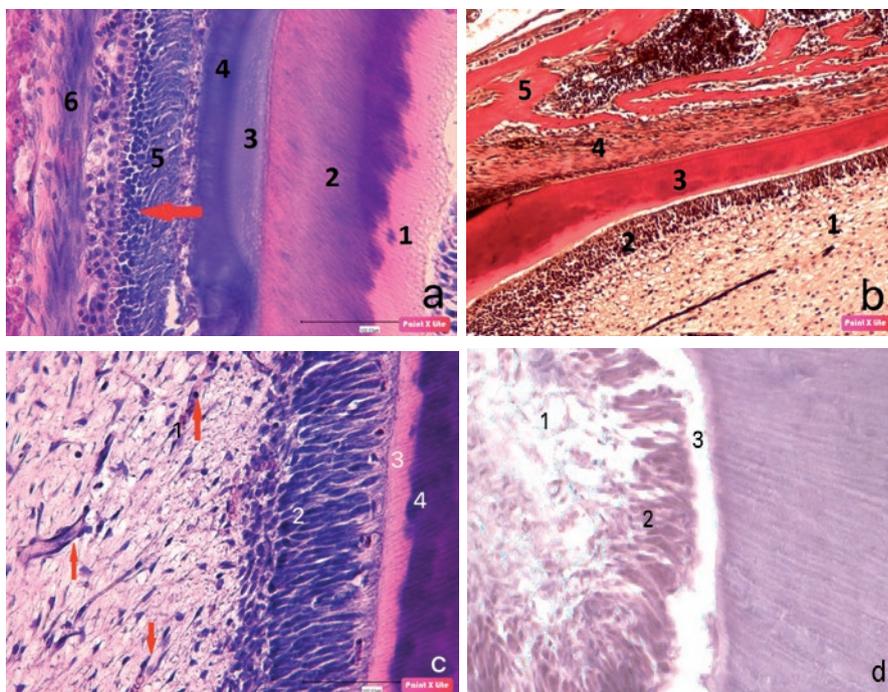


Рис. 3. а) Структура зуба крысы основной группы: 1 – предентин; 2 – дентин; 3 – первичная эмаль; 4 – конечная эмаль; 5 – амелобласты; 6 – периодонт; стрелкой (↓) указаны ядра амелобластов. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. x100; б) Структура зуба крысы основной группы: 1 – пульпа; 2 – одонтобласты; 3 – дентин; 4 – периодонт; 5 – альвеолярная кость. Окраска по методу Ван Гизона. Ув. x100; в) Структура зуба крысы группы сравнения на фоне применения йодсодержащей диеты: 1 – пульпа; 2 – одонтобласты; 3 – предентин; 4 – дентин; стрелкой (↓) указаны узкие кровеносные сосуды. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. x200; д) Пульпа (1), одонтобласты (2), предентин (3) и дентинные трубочки зуба нижней челюсти крысы группы сравнения. Окраска гематоксилином и эозином. Микрофотография. Ув. x400

Ежедневное в течение 30-суточного восстановительного периода введение йодостевиолгликозида ребаудиозид А, как и препарата сравнения – йодомарина, из расчёта 2,5 мкг йода/100 г массы животного приводит к нормализации патологических изменений тканей зуба и пародонта.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература/References

1. Rahangdale S. I., Galgali S. R. Periodontal status of hypothyroid patients on thyroxine replacement therapy: A comparative cross-sectional study. *J. Indian Soc. Periodontol.* 2018;22(6):535-540. https://doi.org/10.4103/jisp.jisp_316_18
2. Vucic S., Korevaar T. I. M., Dhamo B., Jaddoe V. W. V., Peeters R. P. [et al.]. Thyroid Function during Early Life and Dental Development. *J. Dent. Res.* 2017;96(9):1020-1026. <https://doi.org/10.1177/0022034517708551>
3. Боташева В. С., Кубанова А. Б., Мельченко Е. А. Морфофункциональное состояние твердых тканей зуба по данным сканирующей зондовой микроскопии при экспериментальном гипотиреозе. *Волгоградский научно-медицинский журнал.* 2020;(3):49-53. [Botasheva V. S., Kubanova A. B., Melchenko E. A. Morphofunctional state of hard dental tissues according to scanning probe microscopy in experimental hypothyroidism. *Volgogradskiy nauchno-medicinskiy zhurnal. – Volgograd scientific and medical journal.* 2020;(3):49-53. (In Russ.)].
4. Аверьянов С. В., Камиллов Ф. Х., Юнусов Р. Р. Взаимосвязь функционального состояния щитовидной железы, минеральной плотности костной ткани скелета и показателей стоматологического статуса пациентов. *Dental Forum.* 2020;(1):2-8. [Averyanov S. V., Kamilov F. Kh., Yunusov R. R. The relationship between the functional state of the thyroid gland, the mineral density of the skeletal bone tissue and indicators of the oral health status in patients. *Dental Forum.* 2020;(1):2-8. (In Russ.)].
5. Geggelen Cesur M., Cesur G., Ogrenim M., Alkan A. Do prenatal and postnatal hypothyroidism affect the craniofacial structure?: An experimental study. *Angle Orthod.* 2016;86(5):854-861. <https://doi.org/10.2319/080315-521.1>
6. Трошина Е. А., Платонова Н. М., Панфилова Е. А., Панфилов К. О. Аналитический обзор результатов мониторинга основных эпидемиологических характеристик йододефицитных заболеваний населения Российской Федерации за период 2009–2015 гг. *Проблемы эндокринологии.* 2018;64(1):21-37. [Troshina E. A., Platonova N. M., Panfilova E. A., Panfilov K. O. Analytical review of the results of monitoring the main epidemiological characteristics of iodine deficiency diseases of the population of the Russian Federation for the period 2009–2015. *Problemi endokrinologii. – Problems of Endocrinology.* 2018;64(1):21-37. (In Russ.)].
7. Choudry H., Nasrullah M. Iodine consumption and cognitive performance: Confirmation of adequate consumption. *Food Sci. Nutr.* 2018;6(6):1341-1351. <https://doi.org/10.1002/fsn3.694>
8. Guideline: Fortification of Food-Grade salt with iodine for the Prevention and Control of Iodine Deficiency Disorders. Geneva: World Health Organization, 2014.

Информированное согласие. При проведении исследований были соблюдены рекомендации и этические нормы по гуманному обращению с лабораторными животными (приказ Минздрава России № 199н от 01.04.2016 «Об утверждении правил надлежащей лабораторной практики»). Исследование выполнено после получения положительного заключения локального этического комитета.

9. Farebrother J., Zimmermann M. B., Anderson M. Excess iodine intake: sources, assessment, and effects on thyroid function. *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 2019;1446(1):44-65. <https://doi.org/10.1111/nyas.14041>
10. Hennessy A. N., Chaoimh C., McCarthy E. K., Kingston C., Irvina A. D. [et al.]. Variation in iodine food composition data has a major impact on estimates of iodine intake in young children. *Eur. J. Clin. Nutr.* 2018;72(3):410-419. <https://doi.org/10.1038/s41430-017-0030-9>
11. Bali S., Tomar A., Nayak P. K., Bekwal R. No longer Prevalent and Urinary Iodine Expression Is above Normal among School Going Children in Jabalpur, India: Is This Major Health Problem Already Solved? *J. Trop. Pediatr.* 2019;65(5):457-462. <https://doi.org/10.1093/tropj/fmy076>
12. Wassie M. M., Midelleton P., Zhou P. Agreement between markers of population iodine status in classifying iodine status of populations: a systematic review. *Am. J. Clin. Nutr.* 2019;110(4):949-958. <https://doi.org/10.1093/ajcn/nqz118>
13. Камиллов Ф. Х., Ганеев Т. И., Козлов В. Н., Кузнецова Е. В., Максютов Р. Р. Выбор способа применения и дозы тиамазола для моделирования гипотиреоза. *Биомедицина.* 2018;(1):59-70. [Kamilov F. Kh., Ganeev T. I., Kozlov V. N., Kuznetsova E. V., Maksyutov R. R. Choice of method of application and dose of thiamazole for modeling hypothyroidism. *Biomedicina. – Biomedicine.* 2018;(1):59-70. (In Russ.)].
14. Камиллов Ф. Х., Конкина И. Г., Муринов Ю. И., Иванов С. П., Иванова Г. В. [и др.]. Способ получения йодо-содержащей биологически активной добавки к пище. Патент на изобретение РФ № 1717045, от 17.03.2020. [Kamilov F. H., Konkina I. G., Murinov Yu. I., Ivanov S. P., Ivanova G. V. [et al.]. Method of obtaining an iodine-containing biologically active food additive. Patent RU № 1717045, dated 17.03.2020. (In Russ.)].
15. Aldulajjan H. A., Cohen R. E., Stellrecht E. M., Levine M. J., Yerke L. M. Relationship between hypothyroidism and periodontitis: A scoping review. *Clin. Exp. Dent. Res.* 2020;6(1):147-157. <https://doi.org/10.1002/cre2.247>
16. Боташева В. С., Кубанова А. Б. Оценка характера и динамика структурных изменений твердых тканей зуба при гипотиреозе (экспериментальное исследование). *Медицинский алфавит.* 2017;3(24):59-62. [Botasheva V. S., Kubanova A. B. Assessment of the nature and dynamics of structural changes in hard tooth tissues in hypothyroidism (experimental study). *Medicinskij alfavit. – Medical Alphabet.* 2017;3(24):59-62. (In Russ.)].
17. Zeng Y., Deng J. J., Jiang Q. L., Wang C. L., Zhang L. [et al.]. Thyrotropin inhibits osteogenic differentiation of human periodontal ligament stem cells. *J. Periodontal Res.* 2023;58(3):668-678. <https://doi.org/10.1111/jre.13109>

Поступила 21.07.2023

Сведения об авторах:

Ганеев Тимур Ирекович, кандидат медицинских наук, доцент кафедры ортопедической стоматологии с курсами ИДПО; тел.: +79273311191; e-mail: ganey87@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0001-9716-3380>

Камиллов Феликс Хусаинович, доктор медицинских наук, профессор кафедры биологической химии; тел.: +73472732853; e-mail: kamillofvx@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2350-8574>

Козлов Валерий Николаевич, доктор биологических наук, доцент, руководитель научно-исследовательского центра «Пищевые технологии»; тел.: +73472732853; e-mail: bioritom@mail.com; <https://orcid.org/0000-0003-1827-1629>

Фаршатова Екатерина Рафаэлевна, доктор медицинских наук, профессор кафедры патологической физиологии; тел.: +79373535350; e-mail: farshatova-ekaterina@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-3790-7266>

Сирак Сергей Владимирович, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой стоматологии; тел.: +78652350551; e-mail: sergejsirak@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-4924-5792>

Сирак Алла Григорьевна, доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой гистологии; тел.: +78652356219; e-mail: kafedragist@yandex.ru

Шаймарданов Тимур Наилевич, кандидат медицинских наук, соискатель кафедры ортопедической стоматологии с курсами ИДПО; тел.: +79173466193; e-mail: dentaloffice@mail.ru