5. Serpionov S. Ju., Maksjukov S. Ju., Tat'janchenko V. K., Bogdanov V. L., Linnik D. A. *Sovremennye problemy nauki i obrazovanija*. – *Modern problems of science and education*. 2015;4. Available at: <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=20666>.
6. Habirov F. A., Habirov R. A. *Myshechnaja bol'*. Kazan', 1995.
7. Junkerov V. I., Grigor'ev S. G. *Matematiko-statisticheskaja obrabotka dannyh medi-cinskih issledovanij: lekicii dlja ad#junktov i aspirantov*. SPb.: «VmedA», 2002.
8. De Felício C. M., Ferreira C. L., Medeiros A. P., Rodrigues Da Silva M. A., Tartaglia G. M., Sforza C. *Electromyog. and Kinesiol.* 2012;22(2):266-272. doi: 10.1016/j.jelekin.2011.11.013
9. De Felício C. M., Mapelli A., Sidequersky F. V., Tartaglia G. M., Sforza C. J. *Electromyog. and Kinesiol.* 2013;23(3):627-633. doi: 10.1016/j.jelekin.2013.01.016
10. Pasinato F., Santos-Couto-Paz C. C., Zeredo J. L., Macedo S. B., Corrêa E. C. J. *Electromyogr. Kinesiol.* 2016;31:88-95. doi: 10.1016/j.jelekin.2016.09.007
11. Politti F., Casellato C., Kalytchak M. M., Garcia M. B., Biasotto-Gonzalez D. A. J. *Electromyogr. Kinesiol.* 2016;31:119-125. doi: 10.1016/j.jelekin.2016.10.006
12. Testa M., Geri T., Gizzi L., Falla D. *Clinical J. Pain.* 2016;25. doi: 10.1097/AJP.0000000000000381

Сведения об авторах:

Степанова Злата Евгеньевна, аспирант кафедры стоматологии; тел.: 89064164678; e-mail: zlata-06@list.ru

Максюков Станислав Юрьевич, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой; тел.: (863)2504191; e-mail: maksyukov@mail.ru

Скоробогач Михаил Иванович, доктор медицинских наук, доцент; тел.: 8928261527; e-mail: m.scorobogach@mail.ru

Татьянченко Владимир Константинович, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой оперативной хирургии, клинической анатомии и патологической анатомии ФПК и ППС; тел.: 89185010595; e-mail: vladimirtatyanchenko@mail.ru

Серпионов Станислав Юрьевич, аспирант; тел.: 89515222272; e-mail: serpionov.s@mail.ru

Степанов Дмитрий Алексеевич, аспирант; тел.: (863)3220479; e-mail: stomatrost@mail.ru

© Коллектив авторов, 2017

УДК 616.23.09

DOI – <https://doi.org/10.14300/mnnc.2017.12052>

ISSN – 2073-8137

ДИНАМИКА СТРУКТУРНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ АРГИРОФИЛЬНОГО ВЕЩЕСТВА ПУЛЬПЫ ЗУБА ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ ОСТЕОПОРОЗЕ

А. Г. Сирак, Т. Л. Кобылкина, М. Ю. Вафиади, С. В. Сирак, Е. В. Щетинин

Ставропольский государственный медицинский университет, Россия

DYNAMICS OF STRUCTURAL CHANGES OF THE ARGYROPHILIC SUBSTANCE OF THE TOOTH PULP IN EXPERIMENTAL OSTEOPOROSIS

Sirak A. G., Kobylkina T. L., Vafiadi M. Yu., Sirak S. V., Shchetinin E. V.

Stavropol State Medical University, Russia

Представлены результаты изучения структуры пульпы зубов в различные сроки при моделировании остеопороза у овец. Существенные изменения структуры аргирофильных волокон наблюдались не ранее 180 дней с последующей атрофией ретикулярного вещества в пульпе через год после моделирования остеопороза. Результаты позволяют рекомендовать проведение длительной профилактики структурных изменений, направленных на метаболизм пульпы и костей в условиях развивающегося остеопороза.

Ключевые слова: экспериментальный остеопороз, пульпа зуба, аргирофильное вещество

The results of the study of dental pulp structures at different periods in the simulation of osteoporosis in sheep were presented. Significant changes in the argyrophil fibers structure were observed not earlier than 180 days followed by atrophy of the reticular substance in the pulp a year after osteoporosis modeling. The results allow to recommend a long-term prevention of structural changes aimed at pulp and bone metabolism in conditions of developing osteoporosis.

Keywords: experimental osteoporosis, tooth pulp, argyrophilic substance

Формирование комплекса лечебных мероприятий возможно при наличии убедительных доказательств их эффективности с учетом знания механизмов патогенеза и сано-генеза заболеваний [3]. Одним из аспектов таких подходов остается изучение неспецифических

механизмов повреждения с оценкой метаболической активности и структурных изменений в тканях.

Ряд исследователей указывает на важность изучения ретикулярного (аргирофильного) вещества, которое играет активную роль в процессах внутри-

тканевого обмена [4, 7, 10]. Аргирофильные волокна (АВ) выявляются в гистологических препаратах в виде сети тонких ветвящихся волоконцев между клеточными компонентами (отсюда их название «решетчатые волокна»). В кроветворных органах АВ выстилают стенки эндотелиальных синусов, составляют каркас, на котором располагаются ретикулярные клетки. АВ дают положительную ПАС-реакцию, свидетельствующую о наличии полисахаридного компонента, однако происхождение АВ изучено недостаточно [1, 6]. Предполагают, что продуцентами АВ являются ретикулярные клетки, однако в эмбриогенезе АВ обнаруживаются среди мезенхимных клеток, не дифференцированных на гистиоидные и фибробластические элементы [5, 8, 9]. Электронно-микроскопические и гистологические исследования пока не дали окончательного ответа на вопрос о взаимосвязях ретикулина и коллагена, неясным остается вопрос возрастных изменений аргирофильных волокон пульпы зубов [2, 11]. В связи с этим особый интерес представляет изучение АВ в пульпе зуба, особенно в условиях хронически прогрессирующего системного обменного заболевания скелета (остеопороз), который характеризуется снижением плотности костей, нарушением микроархитектоники и усилением их хрупкости.

Цель исследования – изучение динамики изменений аргирофильных волокон пульпы зубов при экспериментальном остеопорозе.

Материал и методы. Исследование проведено на 10 трехлетних овцах северокавказской породы. Все животные разделены на 2 группы: основную (6 животных) и контрольную (4 животных). В основной группе формировали экспериментальную модель остеопороза овец: под общим наркозом (Zoletil 50) выполняли овариоэктомию, затем в течение 3 месяцев проводили внутримышечные инъекции дексаметазона (12 мг/кг массы по 6 инъекций в неделю). Забор материала производили в области нижних резцов (зацепов), путем выделения зубоальвеолярных сегментов под общим наркозом через 90, 180 суток и 1 год после начала опыта. В контрольной группе исследовали соответствующие зубоальвеолярные сегменты у интактных животных. Выделенные блоки фиксировали 8–10 суток в 12 % растворе нейтрального формалина, подвергали декальцинации в смеси равных объемов 10 % муравьиной и 8 % соляной кислот, промывали, осуществляли проводку в спиртах и заливали в целлоидин. Срезы толщиной 3–5 мкм окрашивали гематоксилином и эозином, импрегнировали серебром по методу Фуга. При выявлении аргирофильных волокон из части декальцинированных блоков готовили срезы для оценки клеточных элементов пульпы зубов путем импрегнации азотнокислым серебром по методам Бильшовского – Гросс и Массона, позволяющим выявлять как коллагеновые, так и аргирофильные волокна.

Эксперимент на животных проводили в соответствии с принци-

пами надлежащей лабораторной практики. Научно-исследовательская работа осуществлена в рамках Государственного задания МЗ РФ на научные исследования и разработки.

Результаты исследования. В контрольной группе волокнистый компонент пульпы представлен в основном коллагеновыми волокнами, причем наибольшее количество волокнистого компонента визуализируется в коронке и корне зуба, центральная часть имеет менее волокнистое строение и более обильное кровоснабжение. По периферии коронковой пульпы зуба через слой одонтобластов, слой Вейля и субодонтобластический слой проходят тонкие спиралевидные, радиально расположенные, хорошо импрегнирующиеся аргирофильные волокна (радиальные волокна Корфа). Войдя в дентин, они располагаются в основном веществе дентина, ближе к дентинным канальцам. В центральных слоях пульпы аргирофильные волокна образуют крупнопетлистую сеть (рис. 1, а), ближе к периферии пульпы эта сеть становится более мелкопетливой. Кроме нежной сети из аргирофильных волокон, в пульпе зуба наблюдается сеть из коллагеновых волокон. Последние значительно толще, чем аргирофильные. Следует отметить, что волокна Корфа всегда импрегнируются сильнее, чем аргирофильная сеть в центре пульпы. В центральных отделах корневой пульпы проходят толстые пучки коллагеновых волокон, которые идут параллельно оси зуба. Аргирофильные волокна здесь также располагаются параллельно оси зуба, пучки этих волокон толще, чем аргирофильные волокна, образующие сеть в пульпе коронки зуба. Вокруг сосудов в пульпе зуба находится тонкая мембрана, состоящая из аргирофильных волокон. Кроме того, сосуды окружены

Рис. 1. Микропрепараты – гистологические срезы биоптатов пульпы зубов экспериментальных животных контрольной (а, б) и основной групп (в, г) на 90 сутки после начала опыта: а – крупнопетлистая сеть аргирофильных волокон в центральных слоях пульпы (1); б – продольное и циркулярное расположение аргирофильных волокон (1); в – хорошо развитая сосудистая сеть пульпы (1), частично выпрямленные аргирофильные волокна (2), переходящие в темную полосу – пленку Флейшмана на границе между преддентином, пульпой (3) и дентинными канальцами (4); г – тонкие аргирофильные волокна (1), единичные утолщенные и выпрямленные волокна Корфа (2). Окраска по Массону (а, б), импрегнация серебром по методу Бильшовского – Гросс (в, г). Ок. 20, об. 20

коллагеновыми волокнами. В мелких сосудах как аргирофильные, так и коллагеновые волокна располагаются вдоль сосудов, а в более крупных идут вдоль сосудов и циркулярно (рис. 1, б).

В основной группе к сроку 90 суток, так же как в контрольной, выражены все слои пульпы, хорошо развит слой волокон Корфа, а в центральных отделах пульпы выявляется тонкая сеть аргирофильных волокон. В единичных случаях наблюдаются отдельные утолщенные и выпрямленные волокна Корфа и незначительная вакуолизация слоя одонтобластов. В тех участках, где располагаются вакуоли, волокна Корфа огибают их. Аргирофильные мембраны вокруг сосудов, как правило, не утолщены. На границе между преддентином и пульпой зуба видна пленка Флейшмана (рис. 1, в), которая при обработке серебром по Бильшовскому – Гросс импрегнируется в черный цвет. По-видимому, пленка возникает за счет слияния аргирофильных волокон, которые заходят в дентин. В пульпе одного из зубов этой группы обнаружены одновременно единичные утолщенные и выпрямленные волокна Корфа и небольшие дентикли, окруженные тонкими аргирофильными волокнами (рис. 1, г). Мембраны вокруг сосудов, как правило, не утолщены.

При моделировании остеопороза в срок 180 суток встречаются зубы, в пульпе которых слабо выражен слой волокон Корфа с наличием единичных утолщенных и выпрямленных волокон. В центральных участках пульпы можно наблюдать густую мелкопетлистую сеть аргирофильных волокон наподобие москитной (рис. 2, а). Сосуды расширены, мембраны вокруг некоторых из них утолщены. В некоторых препаратах отмечается слоистость плащевого дентина в виде темных линий, проходящих по всей его поверхности (тангенциальные волокна Эбнера), что связано с усиленным обызвествлением первичного дентина со стороны пульпы. Неравномерность отложения вторичного дентина отчетливо проявляется в области боковых стенок корневой части зуба. В пульпе отмечается вакуолизация слоя одонтобластов. Повсеместно отмечается аномальное дентинообразование, путем образования ложных пристеночных дентиклей (рис. 2, б). Свое начало они берут из преддентина, от которого отторгаются в виде низкоорганизованных неправильной формы структур, в которых нет канальцев (неканализированные дентикли). В образовавшихся структурах заметны тела одонтобластов – источника образования дентиклей.

Через 1 год после начала эксперимента при остеопорозе отмечаются значительные изменения в структуре аргирофильных волокон пульпы зубов. Количество волокон Корфа уменьшено, они плохо импрегнируются (рис. 2, в). В центральных отделах пульпы изменения аргирофильных волокон проявляются в том, что они образуют густую мелкопетлистую сеть, выпрямлены и плохо импрегнируются.

Рис. 2. Микропрепараты – гистологические срезы биоптатов пульпы зубов экспериментальных животных основной группы на 180 (а, б) сутки и через 1 год (в, г) после начала опыта: а – густая мелкопетлистая сеть аргирофильных волокон, напоминающая москитную сетку (1), слоистость плащевого дентина в виде темных линий, проходящих по всей его поверхности (тангенциальные волокна Эбнера) (2); б – преддентин корневой части зуба (1), образование ложных пристеночных дентиклей (2); в – тонкие, плохо импрегнированные волокна Корфа (1); г – на фоне полного отсутствия аргирофильных волокон (1) отмечаются участки, петрификации в дентинных канальцах и в местах расположения тел одонтобластов (2). Окраска по Массону (а, в, г), импрегнация серебром по Фуцу (б). Ок.10. об. 20 (а, в, г), ок. 20, об. 40 (б)

Сосуды расширены, мембраны вокруг некоторых из них утолщены, изредка можно видеть толстые коллагеновые волокна, входящие в дентин. Коллагеновые волокна пульпы зуба, так же как и аргирофильные, войдя в дентин, участвуют в образовании его основного вещества. В преддентине и околопульпарном дентине отмечается незначительная эктазия канальцев. На фоне полного отсутствия аргирофильных волокон встречаются участки, в которых происходит петрификация (отложение солей кальция) в дентинных канальцах и в местах расположения тел одонтобластов (рис. 2, г). Канальцы при этом сильно извиты и расширены, многие в самом начале формирования дихотомически делятся и теряют структурно-анатомическое строение.

Заключение. В ранние сроки формирования модели экспериментального остеопороза наблюдаются незначительные изменения волокон Корфа, что выражается в их утолщении и выпрямлении. Существенные изменения аргирофильных волокон в центральных слоях пульпы наблюдались, как правило, в более поздние сроки. К 180 суткам эксперимента аргирофильные волокна становились более выпрямленными, иногда образовывали мелкопетлистую сеть, похожую на москитную сетку, в некоторых случаях аргирофильная сеть не выявлялась. В срок наблюдения 1 год в части препаратов наблюдалось отсутствие волокон Корфа в основном веществе пульпы, что может быть связано с нарушением обмена веществ. Наблюдалось значительное утолщение аргирофильных мембран около сосудов, являющееся признаком ухудшения обмена веществ в пульпе зуба, что, в свою очередь, не может не сказаться на состоянии аргирофильных волокон.

Литература

1. Сирак, А. Г. Морфофункциональные изменения в пульпе зубов экспериментальных животных при лечении глубокого кариеса и острого очагового пульпита с использованием разработанных лекарственных композиций / А. Г. Сирак, С. В. Сирак // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 2. – С. 44.
2. Сирак, А. Г. Динамика репаративного дентиногенеза после лечения глубокого кариеса и острого очагового пульпита разработанной поликомпонентной лечебной пастой / А. Г. Сирак, С. В. Сирак // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 5-2. – С. 384–388.
3. Щетинин, Е. В. Патологические основы современной фармакотерапии / Е. В. Щетинин, В. А. Батурин, М. Ю. Вафиади, С. П. Милосердова // Медицинский вестник Северного Кавказа. – 2013. – Т. 8, № 1. – С. 101–104.
4. Giacaman, R. A. Mineralization processes in hard tissues: teeth / R. A. Giacaman, V. A. Perez, C. A. Carrera // Biomaterialization and Biomaterials: Fundamentals and Applications. – Elsevier Inc. – 2015. – P. 147–185.
5. Han, C. Periapical follicle stem cell: A promising candidate for cementum/periodontal ligament regeneration and bio-root engineering / C. Han, Z. Yang, W. Zhou, F. Jin, Y. Song, Y. Wang, N. Huo, L. Chen, H. Qian, R. Hou, Y. Duan, Y. Jin // Stem. Cells and Development. – 2010. – Vol. 19, № 9. – P. 1405–1415. doi: 10.1089/scd.2009.0277
6. Lee, Y.-H. The survival role of peroxisome proliferator-activated receptor gamma induces odontoblast differentiation against oxidative stress in human dental pulp cells / Y.-H. Lee, Y.-M. Kang, M.-J. Heo, G.-E. Kim, G. Bhattarai, N.-H. Lee, M.-K. Yu, H.-K. Yi // J. Endodont. – 2013. – Vol. 39, № 2. – P. 236–241. doi: 10.1016/j.joen.2012.11.006
7. Murakami, S. Periodontal tissue regeneration by signaling molecule(s): What role does basic fibroblast growth factor (FGF-2) have in periodontal therapy? / S. Murakami // Periodontology 2000. – 2011. – Vol. 56, № 1. – P. 188–208. doi: 10.1111/j.1600-0757.2010.00365.x
8. Pisciotta, A. Human Dental pulp stem cells (hDPSCs): Isolation, enrichment and comparative differentiation of two sub-populations Integrative control of development / A. Pisciotta, G. Carnevale, S. Meloni, M. Riccio, S. De Biasi, L. Gibellini, A. Ferrari, G. Bruzzesi, A. De Pol // BMC Develop. Biol. – 2015. – Vol. 15, № 1. – Article number 14. doi: 10.1186/s12861-015-0065-x
9. Shchetinin, E. V. Pathogenetic aspects of dental pulp pathology / E. V. Shchetinin, S. V. Sirak, A. B. Khodzhayan, O. V. Dilekova, A. G. Sirak, M. Y. Vafiadi, L. A. Parazyan, A. V. Arutyunov // Medical News of North Caucasus. – 2015. – Vol. 10, № 2. – P. 187–191. doi: 10.14300/mnnc.2015.10044
10. Sirak, S. V. Pathomorphological changes of dental pulp in experimental osteoporosis / S. V. Sirak, E. V. Shchetinin, A. G. Sirak [et al.] // Medical News of North Caucasus. – 2016. – Vol. 11, № 2. – P. 210–213. doi: 10.14300/mnnc.2016.11039
11. Zaslansky, P. Structure and mechanical properties of the soft zone separating bulk dentin and enamel in crowns of human teeth: insight into tooth function / P. Zaslansky, A. A. Friesem, S. Weiner // J. Structural Biol. – 2006. – Vol. 153, № 2. – P. 188–199.

References

1. Sirak A. G., Sirak S. V. *Sovremennye problem nauki i obrazovaniya*. – Modern problems of science and education. 2013;2:44.
2. Sirak A. G., Sirak S. V. *Fundamentalnye issledovaniya*. – Fundamental research. 2013;5-2:384-388.
3. Shchetinin E. V., Baturin V. A., Vafiadi M. Yu., Miloserdova S. P. *Medicinskii vestnik Severnogo Kavkaza*. – Medical News of North Caucasus. 2013;8(1):101-104.
4. Giacaman R. A., Perez V. A., Carrera C. A. *Biomaterialization and Biomaterials: Fundamentals and Applications*: Elsevier Inc. 2015;147-185.
5. Han C., Yang Z., Zhou W., Jin F., Song Y. *Stem Cells and Development*. 2010;19(9):1405-1415. doi: 10.1089/scd.2009.0277
6. Lee Y.-H., Kang Y.-M., Heo M.-J., Kim G.-E., Bhattarai G. *Journal of Endodontics*. 2013;39(2):236-241. doi: 10.1016/j.joen.2012.11.006
7. Murakami S. *Periodontology 2000*. 2011;56(1):188-208. doi: 10.1111/j.1600-0757.2010.00365.x
8. Pisciotta A., Carnevale G., Meloni S., Riccio M., De Biasi S. *BMC Developmental Biology*. 2015;15(1):Article number 14. doi: 10.1186/s12861-015-0065-x
9. Shchetinin E. V., Sirak S. V., Khodzhayan A. B., Dilekova O. V., Sirak A. G. *Medical News of North Caucasus*. 2015;10(2):187-191. doi: 10.14300/mnnc.2015.10044
10. Sirak S. V., Shchetinin E. V., Sirak A. G., Koshel I. V., Kobylkina T. L. *Medical News of North Caucasus*. 2016;11(2):210-213. doi: 10.14300/mnnc.2016.11039
11. Zaslansky P., Friesem A. A., Weiner S. *Journal of Structural Biology*. 2006;153(2):188-199.

Сведения об авторах:

Сирак Алла Григорьевна, доктор медицинских наук, заведующая кафедрой гистологии;
тел.: 8(8652)352628; e-mail: sergejsirak@yandex.ru

Кобылкина Татьяна Леонидовна, кандидат медицинских наук, доцент кафедры стоматологии;
тел.: 8(8652)350551; e-mail: mailto:sergejsirak@yandex.ru

Вафиади Марина Юрьевна, кандидат медицинских наук, доцент кафедры патологической физиологии;
тел.: (8652)35-26-84; e-mail: patphysiology@stgmu.ru

Сирак Сергей Владимирович, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой стоматологии;
тел.: (8652)350551; e-mail: sergejsirak@yandex.ru

Щетинин Евгений Вячеславович, доктор медицинских наук, заведующий кафедрой патологической физиологии;
тел.: (8652)35-26-84; e-mail: ev.cliph@rambler.ru