



ИЗУЧЕНИЕ СТОМАТОЛОГИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ, НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ ЧАСТИЦАМИ КРЕМНИЯ

Э.С. Каливрадзиян¹

Н.В. Чиркова¹

И.П. Рыжова²

Н.В. Примачева¹

*¹⁾ Воронежская государственная
медицинская академия
им. Н.Н. Бурденко*

*²⁾ Белгородский государственный
национальный исследовательский
университет*

e-mail: ostom-kursk@rambler.ru

Проведено изучение токсико-гигиенических свойств стоматологических материалов, модифицированных наноразмерными частицами кремния и серебра, на 150 белых крысах самцах. Изучена биосовместимость материалов.

Ключевые слова: наноразмерные частицы кремния, серебра, токсико-гигиенические свойства.

Актуальность. Разработка высокопрочных, биосовместимых, высокотехнологичных нанопластмасс для базисов съемных пластиночных протезов, а также наноцементов для фиксации несъемных стоматологических конструкций является актуальной научной задачей.[1] Данная работа посвящена изучению свойств широко известных цинк-фосфатных и акриловых композиций, модифицированных наноразмерными частицами кремния. Из анализа литературных данных известно, что наноразмерные частицы пористого кремния в виде различных соединений входят в состав различных лекарственных и косметических препаратов. Нанокремний, стимулируя процессы пролиферации и регенерации, ускоряет обновление эпидермиса и восстанавливает функции клеток дермы – фибробластов [6]. В воде кремний подавляет бактерии, вызывающие брожение и гниение, осаждает тяжелые металлы, нейтрализует хлор, адсорбирует радионуклеиды [4, 5].

Проведенные нами токсико-химические исследования показали новый эффект – наноразмерный кремний обеспечивает более глубокую степень полимеризации акриловых пластмасс и блокирует полностью остаточный мономер, который является основным токсическим агентом. С учетом большой площади поверхности и высокой химической активности, наноразмерный кремний вступает в реакцию с жидкостью затворения цинк-фосфатного цемента, образуя большое количество связанной воды, что привело к изменениям физико-механических свойств кристаллизованного материала, а благодаря малой теплопроводности кремния увеличилось рабочее время материала и снизилось выделение тепла при кристаллизации. Эти данные основаны на проведенных нами испытаниях модифицированного фиксирующего материала.

Однако системная токсичность наноразмерных частиц кремния для животных и человека изучена слабо, и широта спектра его применения ставит их на одно из первых мест в списке наночастиц, требующих детального изучения его биологических свойств [2, 6].

Методики собственных исследований. В качестве исследуемого материала был выбран цинк-фосфатный цемент «Висцин» производства «Радуга-Р», имеющий стандартную рецептуру. Данный материал был модифицирован путём добавления к его порошку наноразмерных частиц кремния – до 200 нм. Нанокремний был получен из пористого кремния при его ультразвуковой обработке. Размер частиц и состав модифицирующей добавки были подтверждены электронной микроскопией и инфракрасной спектрографией соответственно, выполненными на базе Центра коллективно-пользования Воронежского государственного университета.

Разработана акриловая композиция, которая представляет собой мелкодис-



персний, окрашенный в розовый цвет порошок, являющийся суспензионным и привитым сополимером метилового эфира метакриловой кислоты, и жидкость, содержащую сшивагент – демитакриловый эфир дифенолопропана. В порошок добавлены наноразмерные частицы кремния в объеме 0,1%. Полимеризация осуществлялась на водяной бане при температуре 100°C [3].

Проведены токсико-гигиенические, физико-химические исследования свойств образцов наномодифицированных композиций для оценки их биосовместимости.

Проведен хронический эксперимент на 150 белых крысах самцах, с массой тела 210 ± 5 г, которым под внутривенным наркозом тиопентала натрия (30 мг/кг) внутримышечно, в область бедра, были имплантированы образцы цинк-фосфатного цемента, модифицированного наноразмерными частицами кремния, базисного акрилового полимера Фторакса и акрилового полимера, модифицированного наночастицами кремния. Животные в ходе эксперимента были распределены на группы:

- 1 группа – контрольная;
- 2 группа – с внутримышечными имплантатами из акрилового полимера «Фторакс»;
- 3 группа – с внутримышечными имплантатами из модифицированного наноразмерными частицами кремния акрилового полимера;
- 4 группа – животные с внутримышечными имплантатами цинк-фосфатного цемента, модифицированного наноразмерными частицами кремния;
- 5 группа – животные с внутримышечными имплантатами цинк-фосфатного цемента «Висцин».

В сроки 7, 14, 21 суток и 1, 3, 6 месяцев по 5 крыс из каждой группы подвергали эвтаназии (под наркозом, путем кровопускания). После вскрытия осматривались полости груди и живота, оценивались макроскопические изменения внутренних органов и тканей. Для получения значимых патоморфологических изменений полученный экспериментальный материал фиксировали в 10% нейтральном формалине, ткани органов после уплотнения и обезвоживания заливали в парафин, срезы окрашивали гематоксилин Караци-эозином (для обзорной микроскопии) и пикрофуксином по Ван-Гизону для исследования соединительно-тканых структур. Было просмотрено и проанализировано 720 гистологических препаратов. Определяли весовые коэффициенты внутренних органов и проводили их взвешивание на торсионных весах. Исследовали показатели морфологического состава периферической крови: количество лейкоцитов, эритроцитов, тромбоцитов, ретикулоцитов, гемоглобина и СОЭ в разные сроки эксперимента.

Результаты и их обсуждение. Из анализа показателей динамики веса тела у интактных и опытных белых крыс следует, что после внутримышечной имплантации образцов цинк-фосфатного и модифицированного цементов, полимеров Фторакс и модифицированного наноразмерными частицами кремния акрилового полимера динамика веса тела не отличалась от контрольных в разные сроки.

Температура тела опытных животных после внутримышечной имплантации образцов акрилового полимера и модифицированного наноразмерными частицами кремния акрилового полимера также существенно не менялась на протяжении всего времени эксперимента. После операционного вмешательства у подопытных животных отмечалось увеличение ректальной температуры до $38,2-38,3^\circ\text{C}$ по отношению к контролю ($38,0^\circ\text{C}$), что связано с реакцией на травму. Однако к 14-м суткам температура тела снизилась до $38,0-38,1^\circ\text{C}$ и осталась в пределах физиологической нормы до конца эксперимента.

Из анализа весовых коэффициентов сердца, печени, левой и правой почек опытных животных было выяснено, что они существенно не отличались от весовых коэффициентов органов контрольных животных.

На основании проведенных исследований периферической крови выяснено, что количество эритроцитов, тромбоцитов, гемоглобин после имплантации образцов медицинских полимеров существенным изменениям не подвергались и находились в пределах физиологической нормы до конца эксперимента.

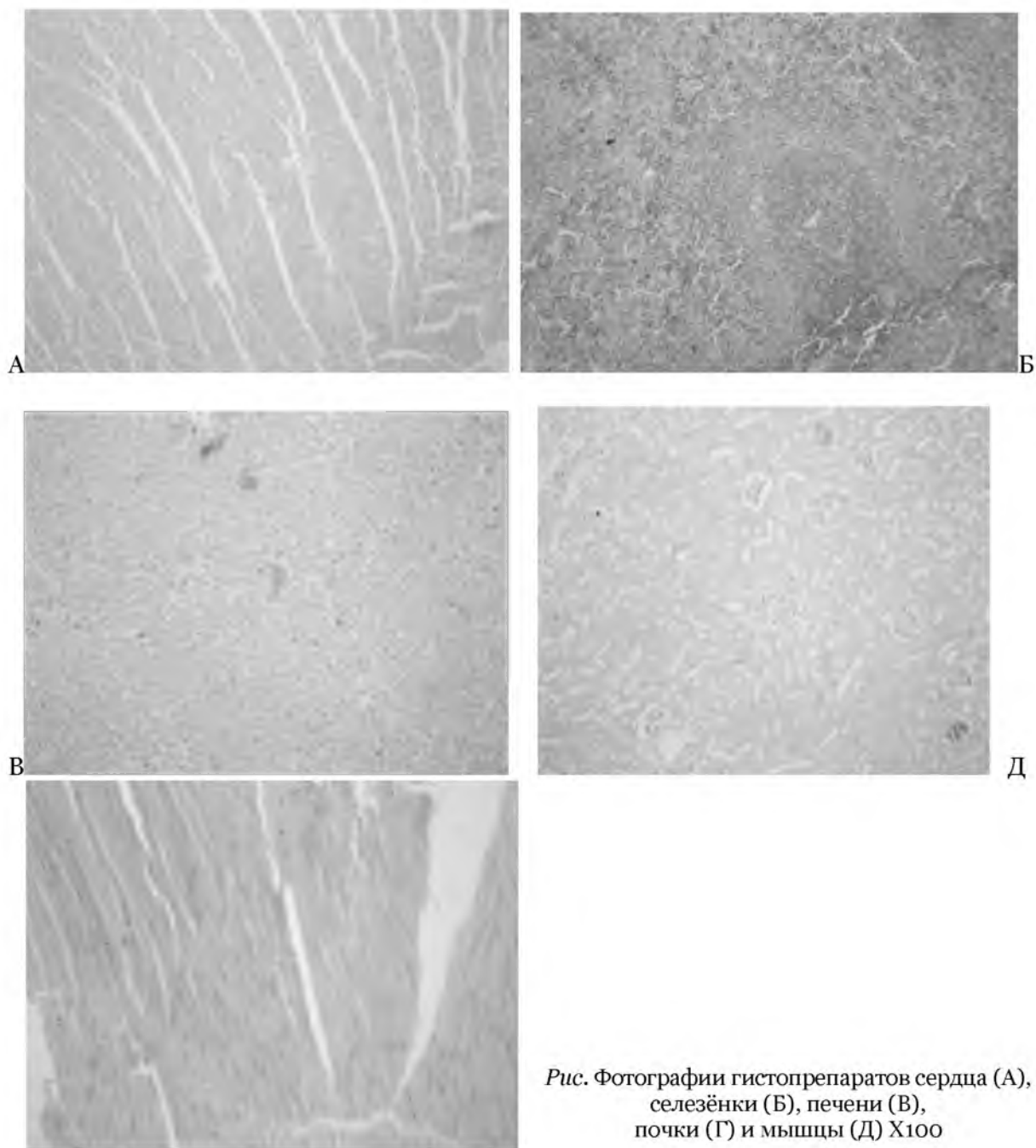


Рис. Фотографии гистопрепаратов сердца (А), селезёнки (Б), печени (В), почки (Г) и мышцы (Д) X100

В печени гепатоциты расположены балками, радиально, не имеют базальной мембраны, интимно контактируют с синусоидами, балки ограничивают желчный капилляр. Хорошо выражены центральные вены, портальные тракты с умеренно выраженным склерозом вокруг «триад». Почки с рыхлой соединительнотканной стромой, со слабо развитым интерстицием в корковом веществе и состоящим из тонких ретикулиновых волокон в мозговом веществе – ретикулярные волокна более утолщены и расположены параллельно канальцам и сосудам. Клубочки с наружным листком капсулы, который представлен одним слоем плоских и низких кубических эпителиальных клеток; висцеральным листком, образованным крупными клетками. Сердце с поперечно-полосатыми мышечными волокнами, кардиомиоцитами, которые, контактируя между собой, образуют функциональные мышечные волокна, залегающие послойно. Эпикард образован тонкой пластинкой соединительной ткани, плотно срастающейся с миокардом. В некоторых участках глубокий коллагеновый слой отсутствует или сильно



разрыхлен. Эндокард выстлан эндотелием, состоящим из полигональных клеток, глубже расположен мышечно-эластический слой, в котором эластические волокна переплетаются с гладкими мышечными клетками. Строение селезенки имеет типичное гистологическое строение. Белая пульпа селезенки представлена лимфатическими фолликулами с эксцентрично расположенными центральными артериями. Центральная часть фолликулов выглядит светлой (реактивный центр или центр размножения). Красная пульпа состоит из многочисленных кровеносных сосудов синусоидного типа с селезеночными и пульпарными тяжами с выраженным полнокровием. Мягкие ткани представлены в виде поперечно-полосатого мышечного волокна, образующего пучки, располагаясь в них параллельными рядами, окруженного снаружи жировой тканью.

Выводы. При модификации цинк-фосфатного цемента наноразмерными частицами кремния в соотношении 0,06% по массе к порошку происходят наибольшие положительные изменения в кристаллизованном состоянии по сравнению с исходным материалом: возрастает прочность на сжатие на 15%, увеличивается сила адгезии к дентину зуба в 2,5-3 раза, увеличивается общее время твердения, а следовательно, и рабочее время на 20-40 секунд, уменьшается величина экзотермической реакции на 2,5-3°C. Проведенное экспериментальное исследование фиксирующих и полимерных материалов свидетельствует о большей индифферентности изделий из модифицированного наноразмерными частицами кремния акрилового полимера и цинк-фосфатного цемента и меньшем их влиянии на окружающие ткани, по сравнению с изделиями из широко используемого акрилового полимера и цинк-фосфатного цемента. Анализ проведенного хронического эксперимента позволил сделать вывод, что биологические свойства изделий из модифицированного наночастицами кремния акрилового полимера цинк-фосфатного цемента оказались несколько выше даже общепринятых значений.

Литература

1. Абдурахманов, А.И. Материалы и технологии в ортопедической стоматологии / А.И. Абдурахманов, О.Р. Курбанов. – М. : Медицина, 2000. – 206 с.
2. Арутюнов, С.Д. Экспериментальное изучение токсичности антисептического средства «Цетасепт» для корневых каналов / С.Д. Арутюнов, Э.Г. Марагарян // Российский стоматологический журнал. – 2007. – №1. – С. 6-7.
3. Каливрадзиян, Э.С. Изучение физико-механических свойств акрилового полимера, модифицированного наночастицами кремния / Э.С. Каливрадзиян, Н.В. Чиркова // Современная ортопедическая стоматология. – 2010. – №14. – С. 8-10.
4. Каливрадзиян, Э.С. Влияние нанокремния на физико-механические свойства цинк-фосфатного цемента / Э.С. Каливрадзиян, Н.В. Чиркова // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. – 2011. – Т. 10, №1. – С. 126-128.
5. Каливрадзиян, Э.С. Введение наноразмерного серебра в полимер для изготовления базисов съемных протезов / Э.С. Каливрадзиян, А.В. Подопригра // Вестник новых медицинских технологий. – 2011. – Т. 18, №3. – С. 126-127.
6. Tawse Smith, A. Clinical effects of removable acrylic appliance design on gingival tissues: a short-term study / A/ Smith Tawse. – Int. Acad. Periodontol. – 2001. – Vol. 3, N 1. – P. 22-27.

STUDY OF DENTAL MATERIALS NANOSTRUCTURED BY SILICON PARTICLES

E.S. Kalivradzhiyan¹

N.V. Chirkova¹, I. P. Ryzhova²

N.V. Primacheva¹

¹*N.N. Burdenko Voronezh
State Medical Academy*

²*Belgorod National
Research University*

e-mail: ostom-kursk@rambler.ru

The study of toxic-hygienic properties of dental materials, modified by silica nanoparticles and silver, with 150 male albino rats was held. It was studied the biocompatibility of these materials.

Key words: nanoparticles of silicon, silver, and toxic-hygienic properties.