

включался регулируемый источник питания НУ 3010 Е и с помощью регулятора его выходного напряжения к нагревателю подводили определенное значение электрической мощности, приводившей к нагреву воды в емкости. Повышение ее температуры продолжалось до установления термодинамического равновесия, при котором подводимая мощность становилась равной мощности, отводимой за счет испарения воды и естественной конвекции воздуха. В этот момент фиксировали значение температуры образца и показания индикатора перемещений. По разности показания индикатора и значения, соответствующего нулевой точке отсчета, определяли абсолютное приращение длины образца при данной температуре.

Результаты исследования

В процессе математической обработки экспериментальных данных установлены аналитические соотношения, описывающие зависимость коэффициента линейного расширения пломбировочных материалов от температуры.

Полученные аналитические соотношения позволяют рассчитать температурные изменения размеров пломбировочных материалов Composite, Alert, Filtek Z250, Valux Plus, Charisma и Admira Flow при любой исходной протяженности. Эти соотношения используют для проведения сравнительного анализа данных материалов с одинаковой протяженностью, равной 5000 мкм (5 мм) в диапазоне температур от 15 до 55°C. Указанный температурный диапазон соответствует колебаниям температуры пломбировочного материала на величину около $\pm 20^\circ\text{C}$ относительно нормальной температуры тела здорового человека. Примерно аналогичная ситуация наблюдается при употреблении таких пищевых продуктов, как мороженое, чай или кофе.

Выявлено, что наименьшие абсолютные приращения длины дает пломбировочный материал Charisma. При значениях температур $T = 15^\circ\text{C}$ и $T = 55^\circ\text{C}$ они составляют $\Delta l = -5,03$ мкм и $\Delta l = +5,81$ мкм соответственно.

Пломбировочный материал Admira Flow несколько уступает материалу Charisma. Его абсолютные приращения при температурах $T = 15^\circ\text{C}$ и $T = 55^\circ\text{C}$ составляют $\Delta l = -5,41$ мкм и $\Delta l = +6,44$ мкм.

При охлаждении абсолютные приращения пломбировочного материала Alert соизмеримы с материалом Admira Flow. При температуре $T = 15^\circ\text{C}$ оно составляет $\Delta l = -5,44$ мкм. Однако при нагреве его приращения выше. При температуре $T = 55^\circ\text{C}$ оно составляет $\Delta l = +6,95$ мкм.

Абсолютные приращения длины материалов Composite, Filtek Z250 и Valux Plus при нагреве практически одинаковы. При температуре $T = 55^\circ\text{C}$ они составляют $\Delta l = 7,36$ мкм, $\Delta l = 7,26$ мкм и $\Delta l = 7,45$ мкм соответственно.

При охлаждении абсолютные приращения длины материалов Composite и Valux Plus также практически идентичны. При температуре $T = 15^\circ\text{C}$ они составляют $\Delta l = -6,98$ мкм и $\Delta l = -6,93$ мкм. В данном случае Composite и Valux Plus уступают материалу Filtek Z250, для которого $\Delta l = -6,51$ мкм.

Следует, однако, отметить, что коэффициенты линейного расширения исследуемых пломбировочных материалов существенно превышают коэффициенты расширения твердых тканей зуба. Наибольшими коэффициентами линейного расширения обладают пломбировочные материалы Composite и Valux Plus. Несколько лучшими свойствами, с точки зрения коэффициента линейного расширения, обладает материал Filtek Z250. Еще более низкими коэффициентами линейного расширения характеризуются пломбировочные материалы Alert и Admira Flow.

Наименьшим коэффициентом линейного расширения обладает пломбировочный материал Charisma. В таких условиях хорошая фиксация пломбировочных материалов Charisma, Admira Flow и Alert объясняется их достаточной пластичностью.

Вывод: на адгезию пломбировочного материала влияет коэффициент линейного расширения композитных пломбировочных материалов, что подтверждено результатами исследования зависимости коэффициента линейного расширения рассмотренных материалов от температуры. Выявлено, что коэффициенты линейного расширения данных пломбировочных материалов существенно превышают коэффициенты расширения твердых тканей зуба.

Поступила 15.09.11

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2012

УДК 615.31:546.47].03:616.314.163-08].076.7

О. И. Ефанов, В. Н. Царев, А. Г. Волков, А. С. Носик, Н. Ж. Дикопова, А. Л. Шпилко, А. А. Третьяков

АНТИБАКТЕРИАЛЬНОЕ ДЕЙСТВИЕ ЦИНКА ПРИ АПЕКС-ФОРЕЗЕ

Московский государственный медико-стоматологический университет (127473, г. Москва, ул. Делегатская, д. 20, стр. 1)

Изучена антибактериальная эффективность цинка при апекс-форезе. Результаты исследования показали, что применение цинковых электродов не целесообразно в связи с тем, что по своим антибактериальным свойствам в отношении большинства представителей патогенной микрофлоры корневых каналов зубов цинковые электроды уступают серебряно-медным, применяемым в настоящее время. При проведении апекс-фореза цинк следует использовать в качестве раствора электролита – сульфата цинка, которым смачивают корневого канал в ходе процедуры. Выраженное противомикробное действие обеспечивает 2% раствор сульфата цинка.

Ключевые слова: апекс-форез, антибактериальный эффект

ANTIBACTERIAL EFFECTS OF ZINC DURING APEX-PHORESIS

Efanov O.I., Tsarev V.N., Volkov A.G., Nosik A.S., Dikopova N.Zh., Shpilko A.L., Tret'yakov A.A.

This work was designed to study antibacterial effects of zinc used in apex-phoresis. The data obtained indicate that the application of zinc electrodes can not be recommended for the purpose of apex-phoresis because their antibacterial activity against the majority of pathogenic microflora species known to occur in the root canals of the teeth is much lower than that of the currently used silver-copper electrodes. Zinc should be used during apex-phoresis in the form of sulphate as a component of electrolyte solution for the moistening of the root canals. A 2% zinc sulphate solution was shown to produce a well-apparent antibacterial effect.

Key words: apex-phoresis, antibacterial effect

В эндодонтической практике проблема лечения зубов с труднопроходимыми корневыми каналами по-прежнему актуальна [1, 11–13]. Для ее решения на кафедре физиотерапии МГМСУ был разработан новый метод направленного внутриканального воздействия постоянным током – апекс-форез (патент на изобретение № 2252795 от 27.05.2005 г.) [2, 4, 5].

В основе метода лежит использование способного к растворению в процессе электролиза металлического проводника. Во время процедуры активная рабочая часть проводника подвергается электрохимическому анодному растворению, в результате чего в окружающие ткани корня попадают соединения металлов, обеспечивающие антибактериальный и лечебный эффект [6–8]. В настоящее время для проведения апекс-фореза используют серебряно-медные электроды [9].

Вместе с тем актуально изучение свойств электродов, изготовленных из других металлов. Наиболее перспективными, на наш взгляд, являются цинковые электроды [10].

Важная задача при трансканальных воздействиях постоянным током – оптимальный выбор раствора электролита, благодаря которому можно расширить спектр антибактериального действия процедуры [14, 15]. На сегодняшний день при апекс-форезе в качестве электролита используют изотонический раствор хлорида натрия [3]. Изучение антибактериальных свойств других растворов электролитов, например цинксодержащих, является еще одним актуальным направлением исследований.

Цель работы – изучение антибактериального действия цинка при апекс-форезе.

Материал и методы

Для изучения антибактериального действия цинка при апекс-форезе использовали клинические штаммы факультативно-анаэробных бактерий, полученные из корневых каналов зубов, а именно *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus sanguis*, *Streptococcus mutans*, *Streptococcus salivarius*, *Candida albicans*, *Escherichia coli*, *Enterococcus faecalis*.

При подготовке к исследованиям на поверхность свежеприготовленного в чашках Петри агара засеивали культуры микроорганизмов в концентрации 1 млн кл/мл (по оптическому стандарту мутности) «газонным» методом, равномерно распределяя их по поверхности агара с помощью стерильного шпателя. Для выращивания стафилококка, стрептококков и клостридий использовали 5% кровяной агар, для кишечной палочки – мясопептонный агар, для *Candida albicans* – среду Сабуро.

Исследование антибактериальной эффективности цинкового электрода проводили следующим образом. Чашку Петри делили на 4 сектора. В 1-й сектор помещали серебряно-медный электрод, который на протяжении всего исследования оставался подключенным к минусу источника тока, во 2-й – цинковый электрод, в 3-й – медный, в 4-й – серебряно-медный, которые последовательно подключали к плюсу источника тока. В среду погружали только активную рабочую часть электродов (рис. 1 на вклейке).

Антибактериальную эффективность 2% сульфата цинка и изотонического раствора хлорида натрия в качестве электролитов в сочетании с электродами из различных металлов при апекс-форезе изучали следующим образом. Чашку Петри делили на секторы. В 1-й сектор помещали серебряно-медный электрод, который на протяжении всего исследования оставался подключенным к минусу источника тока. В остальных секторах на поверхность агара помещали каплю электролита, куда погружали активную рабочую часть электродов. Во 2-й сектор помещали серебряно-медный электрод с каплей

изотонического раствора хлорида натрия, в 3-й – медный электрод с каплей изотонического раствора хлорида натрия, в 4-й – серебряно-медный электрод с каплей 2% сульфата цинка, в 5-й – медный электрод с каплей 2% сульфата цинка, в 6-й – цинковый электрод с каплей 2% сульфата цинка, в 7-й – цинковый электрод с каплей изотонического раствора хлорида натрия. Во время исследования эти электроды по очереди подключали к плюсу источника тока.

Для определения оптимальной концентрации сульфата цинка, обеспечивающей выраженный антибактериальный эффект, при проведении апекс-фореза чашку Петри также делили на секторы. В 1-й сектор помещали серебряно-медный электрод, который на протяжении всего исследования оставался подключенным к минусу источника тока. В остальных секторах на поверхность агара помещали каплю электролита, куда погружали активную рабочую часть электродов. Во 2-й сектор помещали серебряно-медный электрод с каплей 1% сульфата цинка, в 3-й – серебряно-медный электрод с каплей 2% сульфата цинка, в 4-й – серебряно-медный электрод с каплей 5% сульфата цинка. В ходе исследования эти электроды подключали к плюсу источника тока.

В качестве источника постоянного тока использовали аппарат "Поток-1". Процедуры дозировали по количеству электричества 5 мА · мин.

После процедуры электроды удаляли из чашек Петри, а сами чашки помещали в анаэрозитаты с бескислородной газовой смесью, содержащей 80% азота, 10% водорода, 10% углекислого газа. Для редукции остатков кислорода использовали палладиевый катализатор. Результаты регистрировали через 7 дней инкубации чашек Петри в анаэрозитате при 37°C.

Результаты исследования учитывали путем измерения диаметра зоны задержки роста колоний бактерий вокруг отверстия, оставленного электродом на агаре, в миллиметрах (рис. 2 на вклейке). В зависимости от диаметра зоны задержки роста антибактериальное действие оценивали как слабое (при диаметре меньше 5 мм), среднее (при диаметре 5–10 мм) и высокое (при диаметре более 10 мм).

После завершения экспериментальных исследований по изучению антибактериальных свойств цинка при апекс-форезе, которые проводили *in vitro*, мы приступили к изучению антибактериальной эффективности апекс-фореза с использованием 2% раствора сульфата цинка в качестве электролита *in vivo*. Состояние микрофлоры корневых каналов изучали у 26 больных. У 14 пациентов в исследуемых зубах периапикальные изменения отсутствовали, у 12 наблюдались деструктивные формы хронического периодонтита.

Исследование проводили дважды, до и после окончания электропроцедуры, перед пломбированием корневых каналов.

Перед процедурой корневой канал подвергали механической обработке, проходя и расширяя его не менее чем на 1/2 длины корня до 20-го размера файла. При обработке корневой канал не использовали химически агрессивные вещества.

Корневой канал промывали дистиллированной водой и смачивали 2% раствором сульфата цинка, после чего в него помещали серебряно-медный электрод, при этом через проходимый участок корневой канал активной рабочей частью электрода максимально продвигали к непроходимому апикальному участку канала.

Электрод фиксировали в корневом канале с помощью липкого зуботехнического воска.

Индифферентный электрод располагали на предплечье правой руки. В качестве такого электрода использовали медицинские пластинчатые электроды однократного применения для электролечения из токопроводящей бумаги ЭИНЭПо-01 («ИНИСС-мед.»).

Серебряно-медный электрод подключали к плюсу источника тока, пассивный электрод – к минусу.

Таблица 1. Диаметр зоны задержки роста колоний анаэробных бактерий после воздействия постоянным током с использованием различных видов электродов

Штаммы бактерий	Диаметр зоны задержки роста колоний, мм		
	цинковый электрод	медный электрод	серебряно-медный электрод
<i>Streptococcus sanguis</i>	8,2 ± 0,02	12,3 ± 0,04	12,2 ± 0,03
<i>Streptococcus mutans</i>	6,1 ± 0,03	10,4 ± 0,05	13,7 ± 0,02
<i>Streptococcus salivarius</i>	7,4 ± 0,03	11,9 ± 0,03	15,9 ± 0,05
<i>Candida albicans</i>	13,3 ± 0,04	9,7 ± 0,02	12,6 ± 0,03
<i>Escherichia coli</i>	12,7 ± 0,02	10,5 ± 0,02	11,2 ± 0,04
<i>Staphylococcus aureus</i>	10,9 ± 0,02	12,4 ± 0,04	14,8 ± 0,02
<i>Enterococcus faecalis</i>	5,3 ± 0,01	12,1 ± 0,02	10,4 ± 0,04

Таблица 2. Диаметр зоны задержки роста колоний анаэробных бактерий после воздействия постоянным током с использованием различных видов электродов и растворов электролита

Штаммы бактерий	Диаметр зоны задержки роста колоний, мм				
	серебряно-медный электрод и изотонический раствор хлорида натрия	медный электрод и изотонический раствор хлорида натрия	серебряно-медный электрод и 2% раствор сульфата цинка	медный электрод и 2% раствор сульфата цинка	цинковый электрод и 2% раствор сульфата цинка
<i>Streptococcus sanguis</i>	14,1 ± 0,02	15,2 ± 0,03	20,1 ± 0,02	18,5 ± 0,03	10,1 ± 0,05
<i>Streptococcus mutans</i>	15,4 ± 0,03	11,7 ± 0,02	17,8 ± 0,03	6,4 ± 0,02	11,5 ± 0,02
<i>Streptococcus salivarius</i>	18,3 ± 0,04	13,8 ± 0,02	22,2 ± 0,04	9,6 ± 0,03	9,8 ± 0,04
<i>Candida albicans</i>	16,7 ± 0,03	12,3 ± 0,03	21,4 ± 0,02	15,2 ± 0,04	14,5 ± 0,03
<i>Escherichia coli</i>	17,2 ± 0,02	14,6 ± 0,04	20,5 ± 0,03	19,1 ± 0,02	15,8 ± 0,01
<i>Staphylococcus aureus</i>	16,9 ± 0,05	16,2 ± 0,03	22,3 ± 0,02	21,8 ± 0,02	9,5 ± 0,02
<i>Enterococcus faecalis</i>	14,2 ± 0,03	13,9 ± 0,01	17,9 ± 0,02	18,8 ± 0,03	10,2 ± 0,04

Процедуры дозировали по количеству электричества, которое составляло 5 мА · мин в каждом корневом канале независимо от наличия или отсутствия периапикальных изменений.

До и после процедуры с помощью стерильного бумажного абсорбера осуществляли забор микробиологического материала из каналов зубов, который помещали в полужидкую питательную среду Эймса. При соблюдении необходимых условий (температура питательной среды составляла 2–4°C) в течение 1 ч материал транспортировали для дальнейшего бактериологического исследования на кафедру микробиологии, иммунологии и вирусологии МГМСУ.

Бактериологическое исследование осуществлялось в строгом соответствии с правилами клинической анаэробной микробиологии:

- проводили количественный секторальный посев на среды, предназначенные для культивирования бактерий полости рта в аэробных и анаэробных условиях;

- получали чистые культуры облигатно- и факультативно-анаэробных бактерий с использованием 5% гемагара, приготовленного на основе Brain-Heart Infusion фирмы "Difco" с добавлением 5 мг/л гема и 0,1 мг/л менадиона;

- помещали посеы в анаэроостаты с бескислородной газовой смесью, содержащей 80% азота, 10% водорода, 10% углекислого газа. Для редукции остатков кислорода использовали палладиевый катализатор;

- устанавливали вид выделенных бактерий с помощью комплекса морфологических, культуральных и биохимических признаков;

- проводили биохимическую идентификацию чистых культур анаэробных бактерий, стрептококков, стафилококков и грамотрицательных бактерий с использованием тест-систем фирм «API» (Франция) и «Roche» (Германия).

Результаты всех исследований обрабатывали методами вариационной статистики с определением средней величины, ее ошибки, критерия Стьюдента для множественных

сравнений, используя программы Excel (MS Office). С учетом количества выборки определяли вероятность различий p . Статистически достоверным считали значение $p < 0,05$.

Результаты

В ходе 48 проведенных исследований, представленных в 3 таблицах, было показано, что в 1-й серии исследований (табл. 1), в которых изучали антибактериальную эффективность электродов, изготовленных из различных видов металлов, наиболее выраженный антибактериальный эффект показали серебряно-медные электроды. Зоны задержки роста колоний микроорганизмов, полученных из корневых каналов зубов, находились в пределах 11,2–15,9 мм.

Менее выраженное антибактериальное действие наблюдали при использовании медных электродов (зоны задержки роста 9,7–12,3 мм). Наименьший диаметр зон задержки роста колоний большинства представителей патогенной микрофлоры корневых каналов был отмечен при использовании цинкового электрода (рис. 3 на вклейке).

Зоны задержки роста *Streptococcus sanguis*, *Streptococcus mutans*, *Streptococcus salivarius*, *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis* составляли 5,3–10,9 мм, что свидетельствовало об умеренном антибактериальном эффекте. Однако при этом зоны задержки роста отдельных микроорганизмов, таких как *Candida albicans* и *E. coli*, были больше, чем при использовании других электродов (рис. 4 на вклейке).

Результаты исследований свидетельствуют о том, что применение цинковых электродов для апекс-фореза нецелесообразно в связи с тем, что по своим антибактериальным свойствам в отношении большинства представителей патогенной микрофлоры корневых каналов зубов цинковые электроды уступают серебряно-медным и медным. Однако у отдельных видов микроорганизмов отмечены большие зоны задержки роста при использовании именно цинковых электродов по сравнению с другими электродами. Следова-

Таблица 3. Диаметр зоны задержки роста колоний анаэробных бактерий после воздействия постоянным током с использованием серебрено-медного электрода и сульфата цинка в качестве электролита (1%, 2% и 5% растворы)

Штаммы бактерий	Диаметр зоны задержки роста колоний, мм		
	серебрено-медный электрод и 1% раствор сульфата цинка	серебрено-медный электрод и 2% раствор сульфата цинка	серебрено-медный электрод и 5% раствор сульфата цинка
<i>Streptococcus sanguis</i>	10,2 ± 0,02	19,9 ± 0,02	22,6 ± 0,03
<i>Streptococcus mutans</i>	8,4 ± 0,03	18,3 ± 0,03	17,4 ± 0,02
<i>Streptococcus salivarius</i>	9,9 ± 0,03	21,2 ± 0,04	19,1 ± 0,05
<i>Candida albicans</i>	10,1 ± 0,04	19,7 ± 0,02	20,8 ± 0,03
<i>Escherichia coli</i>	9,7 ± 0,02	18,5 ± 0,03	19,5 ± 0,04
<i>Staphylococcus aureus</i>	11,3 ± 0,02	20,3 ± 0,02	23,3 ± 0,02
<i>Enterococcus faecalis</i>	9,8 ± 0,03	18,9 ± 0,01	19,7 ± 0,02

тельно, использование цинка при апекс-форезе может расширить спектр антибактериального действия процедуры. Поэтому исследование антибактериальной эффективности цинксодержащих растворов электролитов при апекс-форезе представляет большой интерес.

Во 2-й серии исследований (табл. 2), в которых воздействие постоянным током осуществлялось с применением различных видов электродов и электролитов, наименее выраженное антибактериальное действие по сравнению с другими исследуемыми группами было отмечено при использовании цинкового электрода в сочетании с 2% раствором сульфата цинка. Диаметр зон задержки роста колоний микроорганизмов находился в диапазоне 9,5 – 15,8 мм.

Во всех остальных группах установлен выраженный противомикробный эффект в отношении всех исследуемых штаммов анаэробных бактерий (диаметр зон задержки роста более 10 мм). Максимальное антибактериальное действие оказывает сочетание 2% раствора сульфата цинка с серебрено-медным электродом (рис. 5 на вклейке).

Результаты исследования показали, что применение раствора сульфата цинка в качестве электролита при воздействии постоянным током позволяет усилить антибактериальное действие процедуры. При апекс-форезе следует применять раствор сульфата цинка в сочетании с серебрено-медным электродом, так как это сочетание дает наиболее выраженный антибактериальный эффект.

В 3-й серии исследований (табл. 3) изучали оптимальную концентрацию сульфата цинка, который использовали в качестве раствора электролита при воздействии постоянным током. Для проведения процедуры применяли серебрено-медный электрод.

По сравнению с 2% и 5% растворами сульфата цинка 1% раствор оказал менее выраженное антибактериальное действие (диаметры зон задержки роста колоний микроорганизмов 8,4–11,3 мм). При воздействии постоянным током 2% и 5% растворы сульфата цинка позволяют получить выраженный антибактериальный эффект (диаметр зон задержки роста – более 10 мм). При этом достоверная разница в эффективности 2% и 5% растворов сульфата цинка в отношении всех штаммов бактерий, полученных из корневых каналов зубов, за исключением *Staphylococcus aureus*, отсутствовала (рис. 6 на вклейке). Следовательно, с увеличением концентрации раствора сульфата цинка антибактериальная эффективность воздействия постоянным током не возрастает, оптимальной является 2% концентрация сульфата цинка.

Таким образом, при проведении апекс-фореза с применением серебрено-медных электродов для получения выраженного противомикробного действия необходимо использовать сульфат цинка в качестве раствора электролита в 2% концентрации.

Антибактериальную эффективность апекс-фореза с использованием 2% раствора сульфата цинка в качестве электролита в сочетании с серебрено-медными электродами оце-

нивали в клинических условиях у 26 пациентов при лечении зубов с труднопроходимыми корневыми каналами.

В проведенном до апекс-фореза бактериологическом исследовании материала, полученного из корневых каналов зубов без периапикальных изменений, были выявлены ассоциации различных видов бактерий. Наиболее часто в исследуемом материале обнаруживались стрептококки и стафилококки: *Streptococcus sanguis* – у 23% пациентов, *Streptococcus mutans* – у 38%, *Streptococcus salivarius* – у 51%, *Staphylococcus aureus* – у 30%, *E. coli* – у 25%, *Enterococcus faecalis* – у 26% пациентов.

Частота обнаружения различных видов бактерий посредством анаэробного культивирования при бактериологическом исследовании материала, взятого из корневых каналов зубов с деструктивными формами хронического периодонтита до лечения, была следующей: *Streptococcus mutans* – 68%, *Staphylococcus aureus* – 56%, *Streptococcus salivarius* – 62%, *Streptococcus sanguis* – 45%, *E. coli* – 47%, *Candida albicans* – 10%, *Enterococcus faecalis* – 64%.

При повторном бактериологическом исследовании, проведенном по окончании курса электропроцедур в зубах с наличием и отсутствием периапикальных изменений, не выявлено ни одного вида микроорганизмов, обнаруженных в корневых каналах до лечения.

Таким образом, проведение апекс-фореза с использованием серебрено-медного электрода в сочетании с 2% раствором сульфата цинка в качестве электролита в клинических условиях подтвердило высокую антибактериальную эффективность этой процедуры.

Результаты изучения антибактериального действия цинка при апекс-форезе показали, что применение цинковых электродов является нецелесообразным в связи с тем, что по своим антибактериальным свойствам в отношении большинства представителей патогенной микрофлоры корневых каналов зубов цинковые электроды уступают серебрено-медным, применяемым в настоящее время. При проведении апекс-фореза цинк следует использовать в качестве раствора электролита – сульфата цинка, которым смачивают корневой канал в ходе процедуры. Выраженное противомикробное действие обеспечивает 2% раствор сульфата цинка.

Вышеизложенные результаты клинико-лабораторных исследований дают основание говорить о том, что применение 2% раствора сульфата цинка в сочетании с серебрено-медным электродом при апекс-форезе позволяет повысить качество процедуры и получить выраженный антибактериальный эффект.

ЛИТЕРАТУРА

1. Боровский Е. В. Клиническая эндодонтия. – М., 1999.
2. Волков А. Г. // Труды 5-го Всероссийского съезда физиотерапевтов и курортологов и Российского науч. форума «Физические факторы и здоровье человека». – М., 2002. – С. 57.

3. Волков А. Г., Носов В. В., Дикопова Н. Ж. // IX Международная конф. челюстно-лицевых хирургов и стоматологов: Материалы конф. – СПб., 2004. – С. 44–45.
4. Ефанов О. И., Волков А. Г. // Клини. стоматол. – 2005. – № 3. – С. 22–25.
5. Ефанов О. И., Носов В. В., Волков А. Г., Дикопова Н. Ж. Способ направленного локального внутриканального воздействия постоянным током (апекс-форез) при эндодонтическом лечении зубов: Пат. на изобрет. № 2252795 от 27 мая 2005 г. по заявке № 2003133253 от 17 ноября 2003 г. // Бюл. изобрет. Полезные модели. – 2005. – № 15. – Ч. 4. – С. 747.
6. Ефанов О. И., Царев В. Н., Волков А. Г. и др. // Стоматология. – 2006. – Т. 85, № 5. – С. 20–23.
7. Ефанов О. И., Царев В. Н., Волков А. Г. и др. // Рос. стоматол. журн. – 2006. – № 4. – С. 4–5.
8. Ефанов О. И., Царев В. Н., Волков А. Г. и др. // Рос. стоматол. журн. – 2008. – № 2. – С. 38–42.
9. Ефанов О. И., Волков А. Г. // Ортодонтия. – 2009. – № 3. – С. 32–37.
10. Ушаков Р. В., Царев В. Н. Этиология и этиотропная терапия неспецифических инфекций в стоматологии. – Иркутск, 1997.
11. Armitage G. C. // Ann. Periodontol. – 1996. – Vol. 1. – P. 37–215.
12. Brook I. J., Hunter V., Walker R. I. // J. Infect. Dis. – 1984. – Vol. 149. – P. 924–928.
13. Dahlen G., Samuelsson W., Molander A., Reit C. // Oral Microbiol. Immunol. – 2000. – Vol. 15, № 5. – P. 309–312.
14. Ezzo P. I., Culter C. W. // Periodontology 2000. – 2003. – Vol. 32. – P. 24–35.
15. Peculiene V., Reynaud A. H., Balciumiene I., Haapasalo M. // Int. Endod. J. – 2001. – Vol. 34, № 6. – P. 429–434.

Поступила 15.09.11

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2012

УДК 615.46.03:616.31|.07

Э. С. Каливрадзян¹, Н. В. Чиркова¹, И. П. Рыжова², Н. В. Примачева¹

ИЗУЧЕНИЕ ТОКСИКО-ГИГИЕНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СТОМАТОЛОГИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ НАНОЧАСТИЦАМИ КРЕМНИЯ И СЕРЕБРА

¹ГОУ ВПО Воронежская государственная медицинская академия им. Н. Н. Бурденко (394036, г. Воронеж, ул. Студенческая, д. 10); ²Белгородский государственный университет (г. Белгород, ул. Победы, д. 85)

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, серебро, токсико-гигиенические свойства

THE INVESTIGATION INTO TOXIC AND HYGIENIC PROPERTIES OF DENTAL MATERIALS MODIFIED WITH SILICON AND SILVER NANOPARTICLES

Kalivradzhyan E.S., Chirkova N.V., Ryzhova I.P., Primacheva N.V.

The objective of the present work was to study toxic and hygienic properties of dental materials modified with silicon and silver nanoparticles. The biocompatibility of these materials was estimated in experiments carried out on 150 white rats.

Key words: silicon nanoparticles, silver, toxic and hygienic properties

Одним из перспективных направлений в стоматологическом материаловедении последних лет является разработка отечественных материалов, обладающих комплексом улучшенных или новых свойств. К ним относятся новейшие типы материалов, такие как наноцементы, полимерные нанокомпозиты и нанополимеры, которые могут быть использованы не только в ортопедической стоматологии, но и в других разделах стоматологии [9]. Наноструктурированные материалы чрезвычайно перспективны. На сегодняшний день особый интерес вызывают пористые наночастицы, которые состоят из элементов, входящих в состав организма. Такие наноматериалы обычно не вызывают аллергических реакций. Они потенциально могут быть расщеплены и выведены из организма, и в порах этих материалов можно разместить, например, серебро, которое в ионном виде оказывает бактерицидное, противовирусное, выраженное противогрибковое и противовирусное действие и служит высокоэффективным обеззараживающим средством в отношении патогенных микроорганизмов, вызывающих острые инфекции [5, 8].

Актуальной научной задачей является разработка биосовместимых, высокопрочных и высокотехнологичных нанопластмасс для базисов съемных пластиночных протезов, а также наноцементов для фиксации несъемных стоматологических

конструкций. Существуют два основных направления разработки материалов – создание новых высокотехнологичных материалов и модификация хорошо зарекомендовавших себя недорогих, но не менее эффективных материалов.

Наноразмерные частицы пористого кремния в виде различных соединений входят в состав лекарственных и косметических препаратов. Нанокремний, стимулируя процессы пролиферации и регенерации, ускоряет обновление эпидермиса и восстанавливает функции клеток дермы – фибробластов [8]. В воде кремний подавляет бактерии, вызывающие брожение и гниение, осаждает тяжелые металлы, нейтрализует хлор, адсорбирует радионуклиды. Биоактивные наноразмерные частицы кремния могут проникать в глубокие слои кожи, очищать их и обеспечивать защиту, сохраняя естественную проницаемость и дыхательную способность кожи. Однако системная токсичность наноразмерных частиц кремния для животных и человека изучена недостаточно. Широта спектра применения кремния ставит их на одно из первых мест в списке наночастиц, требующих детального изучения его биологических свойств [2, 8].

Данная работа посвящена исследованию свойств цинк-фосфатных и акриловых композиций, модифицированных наноразмерными частицами кремния и серебра.

Материал и методы

Цинк-фосфатные цементы используются в ортопедической стоматологии для фиксации несъемных конструкций

Каливрадзян Эдвард Саркисович – д-р мед. наук, проф., зав. каф., 8 (473) 253-00-05