

ТРЕХМЕРНАЯ ОБТУРАЦИЯ СИСТЕМЫ КОРНЕВЫХ КАНАЛОВ БИОИНЖЕНЕРНЫМ МАТЕРИАЛОМ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ IN VIVO

Котов М. И., Иванова В. О., Николаева А. В.

*Научные руководители: канд. мед. наук, доц. Домбровская Ю.А.,
канд. биол. наук Енукашвили Н. И.*

*Северо-Западный государственный медицинский университет
им. И. И. Мечникова», г. Санкт-Петербург
Институт цитологии, г. Санкт-Петербург*

Резюме. Стандарт эндодонтического лечения включает в себя обработку корневых каналов с их дальнейшей трёхмерной obturацией биоинертным материалом. Данные методики имеют недостатки связанные с нарушением трофики дентина. Целью исследования стало оценить на животной модели возможность применения для пломбирования корневых каналов гелеобразного каркаса на основе фибрина, заселенного стволовыми клетками пульпы. В качестве экспериментальной модели был выбран первый левый жевательный интактный двухкорневой зуб половозрелой карликовой свиньи. Через 4 месяца после проведенного эндодонтического лечения зуб удаляли, декальцинировали и использовали для стандартного гистологического исследования. Подтверждена возможность заполнения корневых каналов на завершающем этапе эндодонтического лечения гелеобразным фибриновым каркасом, заселенным аллогенными стволовыми клетками пульпы. Экспериментальное исследование показало перспективность развития методов регенеративной эндодонтии для лечения постоянных зубов со сформированными корнями.

Ключевые слова: эндодонтия, пульпа, регенерация, стволовые клетки.

Актуальность. Стандарт эндодонтического лечения включает в себя механическую и медикаментозную обработку корневых каналов с их дальнейшей трёхмерной obturацией биоинертным материалом. После проведенного комплекса мер зуб способен выполнять свои функции, однако вследствие потери трофики и клеточных элементов, одонтобластов, пропадает возможность синтеза дентина, что приводит к изменениям физико-химических свойств твёрдых тканей зуба. Подобные изменения увеличивают риски сколов и переломов зубов. Попытки сохранить витальный пульподентинный комплекс описаны в

методиках апексогенеза, которые не применимы в отношении зубов со сформированными верхушками [1]. В современной научной литературе встречаются описания исследований по осуществлению регенерации пульпы, посредством стимулирования формирования кровяного сгустка из периапикальной области, однако результатом эксперимента является образование рубцовой ткани [2]. При использовании вышеперечисленных методик не достигается полной регенерации пульпы или хотя бы формирования пульпоподобной ткани. Поэтому перспективным направлением в эндодонтии может стать включение в

комплекс мер, направленных на восстановление пульпы стратегий регенеративной эндодонтии – трансплантацию стволовых клеток [3].

Цель: оценка на животной модели – карликовой свинье – возможности применения для obturации корневых каналов гелеобразного каркаса на основе фибрина, заселенного стволовыми клетками пульпы.

Материалы и методы. В качестве экспериментальной животной модели выступила половозрелая карликовая свинья. Под общей анестезией (Ксилазин и Тилетамин-Золазепам) животному был проведен осмотр полости рта с последующим рентгенологическим обследованием при помощи портативного аппарата для внутриротовой радиовизиографии. В ходе проведенных мероприятий был осуществлен выбор зуба по следующим критериям: оптимальное расположение в зубной дуге, а также количество и форма корней и каналов, схожие с человеческими зубами, интактность твердых тканей. Таким образом, был выбран первый левый жевательный интактный двухкорневой зуб. Под инфильтрационной анестезией препаратом Лидокаин 2% 2 мл, при помощи изоляционной системы коффердам было проведено препарирование, создание эндодонтического доступа, ампутация коронковой части и экстирпация корневой пульпы. Корневые каналы были обработаны по стандартному протоколу эндодонтического лечения: механическая обработка ручными файлами (мастер-файл 25.02) и медикаментозная обработка 2% водным раствором Хлоргексидина Биглюконата. В дальнейшем система

корневых каналов заполнялась фибриновым гелем, содержащим аллогенные стволовые клетки пульпы зуба свиньи. Для полимеризации гель смешивали с катализаторами полимеризации фибриногена в фибрин (тромбин, хлорид кальция) непосредственно перед введением в каналы. Таким образом, гель (3 мкл, 15 000–18 000 клеток/канал) при полимеризации и отвердевании принимал форму канала. После, внесенный гель изолировали минеральным триоксидным агрегатом (МТА, «ОмегаДент» Россия) толщиной 2 мм и пломбировали коронковую часть упрочненным пакуемым стеклоиономерным цементом химического отверждения GC Fuji IX GP, затем удаляли излишки материала и финишная обработка пломбы. Через 4 месяца после проведенного лечения зуб удаляли, декальцинировали и использовали для стандартного гистологического исследования – изготавливали ступенчатые серийные срезы толщиной 3–5 мкм и окрашивали гематоксилином-эозином. Для количественной оценки отобрали семь срезов на разных уровнях с шагом 10 мкм, сканировали изображение и проводили морфометрические подсчеты. Оценивали абсолютные и относительные значения длин и площадей, а также степень васкуляризации.

Результаты и их обсуждение. Отработана модель – первый жевательный зуб карликовой свиньи, двухкорневая система которого по длине, форме и объему корневых каналов подобна человеческим жевательным зубам. Данная модель дает возможность для дальнейших исследований и обладает повышенной релевантностью,

так как она позволяет использовать методики эндодонтического лечения и оборудование, разработанные для человека. В ходе исследования не зарегистрировано отклонений в самочувствии животных, а также в их пищевом поведении, в периапикальной области эндодонтически леченного зуба не было выявлено воспалительных осложнений, что подтверждает возможность реализации данного метода лечения без рисков для здоровья. При проведении гистологического исследования на срезах в устьевой и средней третях каналов рядом с базофильными массами выявлены участки с палисадным слоем цилиндрических клеток – активных одонтобластов, продуцирующих дентин, а в апикальной части зафиксировано формирование

пульпоподобной стромальной ткани с хорошей васкуляризацией. Экспериментально установлена принципиальная возможность реализации использования аллогенных стволовых клеток для регенеративных методик в эндодонтии.

Выводы:

1. Подтверждена возможность заполнения корневых каналов на завершающем этапе эндодонтического лечения гелеобразным фибриновым каркасом, заселенным аллогенными стволовыми клетками пульпы.

2. Экспериментальное исследование показало перспективность развития методов регенеративной эндодонтии для лечения постоянных зубов со сформированными корнями.

Литература

1. Kotova, A. V. Comparative analysis of dental pulp and periodontal stem cells: Differences in morphology, functionality, osteogenic differentiation and proteome / A. V. Kotova, A. A. Lobov, J. A. Dombrovskaya, V. Y. Sannikova, N. A. Ryumina, P. Klausen [et al.] // *Biomedicines*. – 2021. – Vol. 9, № 11. – P. 1–26.
2. Murray, P. E. Regenerative Endodontics: A Review of Current Status and a Call for Action / P. E. Murray, F. Garcia-Godoy, K. M. Hargreaves // *J. Endod.* – 2007. – Vol. 33, № 4. – P. 377–390.
3. Wu, Q. Regenerative endodontic treatment using autologous blood from alveolar bone for mature permanent premolar with apical periodontitis: a case report / Q. Wu // *Clin. Oral Investig.* – 2023. – Vol. 27, № 8. – P. 4869–4874. – DOI: 10.1007/s00784-023-05179-9.

THREE-DIMENSIONAL OBTURATION OF THE ROOT CANAL SYSTEM WITH BIOENGINEERED MATERIAL IN AN IN VIVO EXPERIMENT

Kotov M. I., Ivanova V. O., Nikolaeva A. V.

*Tutors: PhD, Associate Professor Dombrovskaya Yu. A., PhD Erukashvili N. I.
North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov,
Saint Petersburg
Institute of Cytology, Saint Petersburg*

Resume. The standard of endodontic treatment includes the processing of root canals with their further three-dimensional obturation with bio-inert material. These methods have disadvantages associated with the violation of dentin trophism. The aim of the study was to evaluate in an animal model the possibility of using for root canal filling a gel-like fibrin-based framework populated with pulp stem cells. The first left chewing intact two-rooted tooth of a sexually mature miniature pig was chosen as an experimental model. Four months after the endodontic treatment, the tooth was removed, decalcified, and used for standard histological examination. The possibility of filling the root canals at the final stage of endodontic treatment with a gel-like fibrin scaffold populated with allogeneic pulp stem cells was confirmed. The experimental study demonstrated the potential of developing regenerative endodontic methods for the treatment of permanent teeth.

Keywords: endodontics, pulp, regeneration, stem cells.