

ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ЛЕЧЕНИЯ ПУЛЬПИТОВ ПОСТОЯННЫХ ЗУБОВ С НЕСФОРМИРОВАННЫМИ КОРНЯМИ У ДЕТЕЙ

Ермаков Р.И., Екимов Е.В.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Омский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации

DOI: 10.61634/2782-3024-2023-9-49-58

Авторы:

Ермаков Родион Игоревич, студент 5 курса стоматологического факультета ФГБОУ ВО ОмГМУ Министерства здравоохранения Российской Федерации

Екимов Евгений Владимирович, к.м.н., доцент кафедры детской стоматологии ФГБОУ ВО ОмГМУ Минздрава России

Автор, ответственный за переписку:

Ермаков Родион Игоревич, студент 5 курса стоматологического факультета ФГБОУ ВО ОмГМУ Минздрава России, 644029, г. Омск, ул. Мира, 29. frostgamesscorporation@gmail.com

При лечении пульпитов постоянных зубов с несформированными корнями у детей врач-стоматолог в первую очередь опирается на знания, касающиеся особенностей морфологического строения их корневых систем. Поэтому в настоящее время при выборе тактики эндодонтического ведения таких детей предпочтение отдается классическим методикам, в частности – витальной ампутации. При проведении последней производится некрэктомия инфицированной коронковой части пульпы, в то время как корневая остается сохранной и покрывается лечебным средством. Данное условие необходимо для успешного завершения апексификации, то есть закрытия верхушки корня на этапе его развития. При проведении витальной ампутации доступен широкий выбор лекарственных препаратов, стимулирующих апексификацию. Наиболее эффективными из них являются препараты на основе гидроксида кальция, минерала триоксида агрегата (МТА) и параформальдегида. Однако клинический опыт показывает, что данные препараты не лишены существенных недостатков, главным из которых является дегидрирование корневого дентина, что способствует повышению хрупкости корня, и следовательно, увеличивает риск корневого перелома зуба. Более того лечение препаратами на основе кальция продолжительно и требует большого количества посещений. Для устранения данных недостатков Американской ассоциацией эндодонтии была предложена альтернативная методика – реваскуляризации (регенеративное

эндодонтическое лечение), основанная на раздражении периапикальных тканей интенсивной инструментальной обработкой корневых каналов в целях стимуляции кровотока и формирования кровяного сгустка, содержащего индуцированные стволовые клетки и факторы роста, способствующие закрытию апекса. В связи с этим, в настоящем обзоре литературы описаны клинические исследования последних лет, содержащие сравнительный анализ самых распространенных препаратов, используемых при лечении пульпитов в зубах с несформированными корнями методом витальной ампутации, а также новейшие проспективные исследования, содержащие результаты клинического применения методики реваскуляризации.

Ключевые слова: витальная ампутация, апексификация, реваскуляризация.

INNOVATIVE METHODS FOR THE TREATMENT OF PULPITIS IN PERMANENT TEETH WITH UNFORMED ROOTS IN CHILDREN

Ermakov R.I., Ekimov E.V.

Omsk State Medical University

When treating pulpitis of permanent teeth with unformed roots in children, the dentist primarily relies on the knowledge of the morphological structure of their root systems. Therefore, currently, when choosing the tactics of endodontic management of such children preference is given to classical techniques, in particular - vital amputation. The latter involves necrectomy of the infected crown part of the pulp, while the root part remains intact and is covered with a therapeutic agent. This condition is necessary for the successful completion of apexification, i.e. the closure of the root apex during its development stage. A wide range of drugs that stimulate apexification is available when performing a vital amputation. The most effective of these are preparations based on calcium hydroxide, mineral trioxide aggregate (MTA) and paraformaldehyde. However, clinical experience shows that these preparations are not without significant drawbacks, the main of which is dehydration of root dentin, which contributes to the fragility of the root and therefore increases the risk of root fracture of the tooth. Furthermore, treatment with calcium-based formulations is lengthy and requires a large number of visits. To address these shortcomings, the American Association of Endodontics has proposed an alternative technique, revascularization (regenerative endodontic treatment), based on irritation of periapical tissues by intensive instrumentation of root canals to stimulate bleeding and form a blood clot containing induced stem cells and growth factors that promote apex closure. In this regard, this literature review describes clinical studies of recent years containing a comparative analysis of the most common drugs used in the treatment of pulpitis in teeth with unformed roots by the method of vital amputation, as well as the latest prospective studies containing the results of clinical application of the revascularization technique.

Key words: vital amputation, apexification, revascularization.

В современной терапевтической детской стоматологии в целях лечения пульпитов корневых каналов постоянных зубов с несформированными корнями используется ряд методик, наиболее предпочтительной из которой является тактика витальной ампутации. Данная методика имеет признание как за рубежом (рекомендована европейским эндодонтическим обществом (ESE)) [4], так и в Российской Федерации (согласно Национальному руководству по детской терапевтической стоматологии) [8]. Выбор именно витальной ампутации (в т.ч. и глубокой витальной ампутации) обоснован особенностями развития постоянных зубов в детском возрасте, а именно процессами апексогенеза в постоянных зубах у детей [38, 33]. Следовательно, сохранение жизнеспособности корневой пульпы является необходимым условием для успешного завершения формирования корневой системы постоянных зубов в детском возрасте. Вместе с тем, в постоянных зубах с формирующейся корневой системой существует ряд морфологических особенностей корневых каналов, предрасполагающих к развитию осложнений, в частности - к некрозу пульпы:

1. Воронкообразное расширение и широкий просвет апекса, отсутствие анатомического сужения верхушки;
2. Расширение просвета корневого канала в направлении к верхушке.
3. Неправильное сечение просвета корневого канала.
4. Тонкие и хрупкие стенки корневых каналов, гипоминерализованный корневой дентин. [8, 16].

В связи с этим целью витальной ампутации в большинстве клинических случаев является обеспечение благополучного закрытия апекса (апексификации), т.е. процесса формирования дентинного мостика, способствующего закрытию верхушки корня на настоящем этапе его развития

[20]. Апексификация, как правило, достигается применением препаратов на основе гидроксида кальция, минералтриоксидагегата (МТА) и параформальдегида [34, 2]. Наряду с этим, при хроническом фиброзном пульпите имеет место использование биологического метода, заключающегося в нанесении на точку сообщения кариозной полости с пульпарной камерой лечебного средства [8].

Несмотря на широкую популярность вышеобозначенных тактик лечения, в последние годы популярность стала набирать ревазуляризация (regenerative endodontic therapy), основанная на воссоздании витальной пульпы при помощи использования стволовых клеток [16, 19]. Таким образом, литературный обзор исследований, содержащих данные об опыте использования предложенных методик, предоставит актуальные данные об их эффективности и целесообразности применения в клинике.

Лечение пульпитов несформированных корней зубов методом витальной ампутации

При наличии витальной пульпы происходит формирование корней постоянных зубов у детей (апексогенез, т.е. процесс полного формирования корня) в нормальных условиях. В случае некротизации корневой пульпы апексогенез невозможен и эндодонтическая тактика детского стоматолога должна быть направлена на стимуляцию апексификации, т.е. закрытия верхушки корня зуба путем создания и поддержания апикального барьера из кальция [22, 44]. Для достижения данной цели в большинстве клинических случаев используется методика витальной ампутации (пульпотомии), суть которой заключается в удалении инфицированной коронковой пульпы с сохранением корневого сосудисто-нервного пучка. Стоит отметить, что в

однокорневых постоянных зубах прежде всего при травматических пульпитах (более 24 часов с момента травмы) целесообразно использование глубокой (высокой) витальной ампутации, когда сохранным остается только лишь апикальная часть корневой пульпы [8,11] Методика витальной пульпотомии (в том числе и высокой) подразумевает выполнение следующих этапов [8, 20]:

1. Антисептической обработки полости рта и проведения обезболивания операционной зоны;
2. Препарирование кариозной полости;
3. Создание сообщения кариозной полости с пульпарной камерой;
4. Удаление коронковой пульпы;
5. Расширение устьев корневых каналов и удаление устьевой пульпы (в случае глубокой ампутации производится удаление корневой пульпы до ее апикальной трети);
6. Медикаментозная остановка кровотечения;
7. Просушивание раны;
8. Наложение лечебного средства;
9. Наложение изолирующей прокладки;
10. Наложение постоянной пломбы;
11. Рентгенологический контроль.

В качестве же лечебных средств при витальной ампутации наиболее используемыми являются препараты на основе кальция, которые, в свою очередь, разделяются на:

1. Препараты на основе гидроокиси кальция;
2. Препараты на основе минерала триоксид агрегата (МТА).

Такой подход обусловлен механизмом действия данных средств. К примеру, молекулы гидроокиси кальция попадая в водную среду диссоциируют на ионы Са и гидроксильную группу, что обеспечивает высокощелочную среду ($\text{pH} \geq 12$), обуславливающую бактерицидное действие препарата. Не менее важен другой эффект $\text{Ca}(\text{OH})_2$, а именно – индуцирование дентино- и

цементогенеза, что лежит в основе формирования апикального барьера [5, 13]. Схожие свойства имеют МТА цементы, отличающиеся большей биосовместимостью и способностью к продолжительной герметизации [3, 40]. В последнее время было опубликовано значительное количество исследований как российских стоматологов [1, 6, 7, 11, 15, 18], так и зарубежных коллег [26, 27 32], результаты которых демонстрируют сравнительную эффективность препаратов на основе кальция в различных клинических случаях. В частности, в работе Э. О. Байрамовой и Е. В. Турусовой был проведен лабораторный анализ рН средств на основе МТА («Канал МТА») и гидроксида кальция («Кальсепт», «Кальсепт с йодоформом», «Metapex»). В результате исследования было выявлено, что препараты на основе гидроокиси имеют высокощелочную среду ($\text{pH} = 9-10,5$), однако наибольшее (эталонное) значение показателя кислотности было зарегистрировано в препарате на основе МТА ($\text{pH} = 12$). Полученные данные *in vitro* доказывают высокую бактерицидную эффективность обозначенных средств (в особенности МТА) [1].

Другое исследование, проведенное В.А. Журбенко и А.Е. Карлаш подтвердило эффективность препаратов уже *in vivo*. В процессе исследования было произведено лечение постоянных резцов в стадии формирования корня у 44 детей 7-12 лет с диагнозом «перелом коронки несформированного зуба с повреждением пульпы». Первой группе детей ($n=22$) производили эндодонтические мероприятия с использованием средства на основе МТА («Триоксидент»), второй группе ($n=22$) – на основе гидроокиси кальция («Life»). Рентгенологический контроль лечения проводился в 1, 3, 6, 9 месяцы. По завершении наблюдения в 95% случаев обеих групп на прицельных рентгенологических снимках выявлялась положительная динамика лечения (отсутствие резорбции корня и

деструктивных изменений периапикальной области) [7]. Препарат на основе МТА «Триоксидент» показал хорошие результаты и в другом исследовании, где проводилось лечение травматических пульпитов постоянных зубов с несформированными корнями. Так в 2021 году в г. Могилев 5 детям 7-9 лет с переломом коронки верхних центральных резцов была проведена глубокая витальная ампутиация с использованием «Триоксидента». Через 6 месяцев после лечения регистрировалась положительная динамика жизнеспособности пульпы (снижение показателей ЭОД до 3-4 мКА). Во всех случаях (100%) на рентгенограммах отсутствовали патологические изменения в периапикальных тканях, а зоны роста корня оставались сохранными [11]. Вместе с тем имеются отечественные публикации последних лет, выводы из которых свидетельствуют о недостаточной сравнительной эффективности препаратов на основе гидроксида кальция. К примеру, в 2018 году А. Таганиязова, Д. Маратова и др. провели клиническое исследование на 38 детях (7-10 лет) с пульпитами постоянных зубов с несформированными корнями. В результате исследования у группы (n=19), лечение которой проводилось с использованием гидроксида кальция («Кальцесил»), положительная рентгенологическая динамика была выявлена в 74% случаев, в сравнении с группой, получавших лечение препаратом на основе кальций гидроксиапатита («Ремин»), где благоприятная рентгенологическая картина наблюдалась в 91% случаев [18]. В схожем исследовании О.В. Пыркиной, Т.В. Костякова и Е. С. Егоровой от 2017 года, проводимом на 38 детях 7 до 15 лет, имеющих пульпит в постоянных зубах с незавершенным апексогенезом, было проведено лечение препаратами на основе $\text{Ca}(\text{OH})_2$. По окончании исследования окончательный апексогенез наблюдался лишь у 27 детей (71%), что говорит о средней

клинической эффективности препаратов на основе гидроксида кальция и возможном использовании их при лечении пульпитов постоянных зубов с несформированными корнями в качестве препаратов резерва [15]. Помимо вышеназванных препаратов, особый клинический интерес представляет цемент на основе силиката кальция «Biodentine» [9, 14, 42]. Данный препарат используется для прямого покрытия корневой пульпы в целях сохранения ее витальности за счет герметизации дентинных канальцев и активации ангиогенеза [23, 29]. Одним из значимых научных работ по оценке эффективности «Biodentine» является исследование Н.Ю. Дмитриенко, Л.Р. Сарап и др. 2017 года. Были сформированы две группы из 24 детей 7-13 лет. Первой группе проводилось прямое покрытие пульпы препаратом «Biodentine», второй – «Триоксидентом» (n=11 и n=13 соответственно). В результате после 12 месяцев лечения в обеих группах рентгенологически наблюдалась положительная динамика (95,8 %). После 18 месяцев было выявлено статистически значимое увеличение объема третичного дентина (54,2 % в первой группе по сравнению с 8,7 % во второй) [10], что говорит о меньших сроках облитерации корневой пульпы при использовании препарата «Biodentine». В то же время, результаты клинических рандомизированных исследований, проведенных С. Brizuela, А. Ormeño и др. в 2017 г и G. M. Abuelniel, M. S. Duggal, N. Kabel в 2020 г. показали отсутствие статистически значимых различий между группами пациентов, прошедших курс лечения МТА и «Biodentine» ($P < 0,001$) [21, 28]. Схожие результаты были получены в недавно опубликованном контролируемом рандомизированном исследовании D. S. Uyar, A. Alacam (2021 г.), проводимом на 50 пациентах, которым было оказано эндодонтическое лечение с использованием препаратов гидроксида кальция, МТА и «Biodentine». По прошествии 6 месяцев был проведен

рентген контроль, показавших значительное увеличение мезиальной и дистальной длин корня в каждой группе ($P=0,01$; $P=0,03$), различия между данными, полученными от лечения разных препаратов не оказались статистически значимыми ($P=0,09$), что свидетельствует об отсутствии различий в эффективности данных препаратов [42].

Наряду с препаратами кальция при проведении витальной ампутации в постоянных зубах с несформированными корнями успешно используются препараты на основе параформальдегида, обладающие пролонгированными антисептическим и противовоспалительным свойствами. В частности, имеется ряд публикаций последних лет, подтверждающих высокую эффективность применения препарата «Pulpotech» при лечении постоянных зубов [24, 35], однако лишь исследование Г. К. Бурды, И. И. Пушкиной и И.Е. Герасимовой проводилось на постоянных зубах с несформированными корнями. Под наблюдением находились 35 детей 9-14 лет с диагнозами «хронический фиброзный пульпит» и «гипертрофический пульпит». Детям была проведена витальная ампутация с использованием препарата «Pulpotech» в 2 посещения. По прошествии 1 года положительный результат лечения был зарегистрирован в 88,0% (сформированные корни, отсутствие деструкции костной ткани на рентгенограмме) [2].

Приведенные выше исследования последних лет подтверждают значительную эффективность препаратов гидроокиси Са и МТА, а также «Biodentine» и «Pulpotech», что позволяет рекомендовать данные препараты для лечения пульпитов постоянных зубов в стадии формирования корней у детей.

Лечение каналов несформированных корней зубов методом реваскуляризация

Несмотря на успешный опыт применения методики витальной ампутации она не лишена ряда существенных недостатков. К примеру, лечение препаратами на основе $\text{Ca}(\text{OH})_2$ занимает длительный срок (до 2-х лет) с обязательной заменой старого материала каждые 2-4 месяца [8, 16]. Более того, как гидроксид кальция, так и цемент МТА дегидрирует дентин корневых каналов, что снижает механическую прочность последнего и соответственно повышает риск перелома корня [43].

Для минимизации рисков, а также сокращения сроков лечения были предложены принципиально новые методики, способствующие регенерации периапикальных тканей и, следовательно, дальнейшему формированию корня. В мировой литературе совокупность данных методов получила название регенеративного эндодонтического лечения или реваскуляризации (RET) [36, 37]. Суть RET заключается в замещении нежизнеспособной пульпы и корневого дентина схожими по строению структурами при помощи использования составляющих тканевой инженерии, а именно: стволовые клетки, в особенности – апикального сосочка и временных зубов (SCAP, SHED); матрица, обеспечивающая трофику недифференцированных клеток и впоследствии замещаемая новой тканью (биодegradация матрицы); факторы роста (BMP, VEGF, rhPDGF, TGI- β 1 и др.) [12, 19]. При проведении RET врач (оператор) после медикаментозной обработки (1,5% р-р NaOCL, 17% р-р ЭДТА, физ.раствор) индуцирует кровотечение в корневом канале путем избыточной механической обработки (раздражение периапикальных тканей), в результате чего формируется кровяной сгусток, содержащий составляющие тканевой инженерии.

В последнее время вопросу эффективности применения инновационного метода регенеративного эндодонтического лечения посвящено немало количество

разнообразных зарубежных исследований, в том числе содержащих клинический сравнительный анализ применения RET и препаратов на основе $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и МТА [25, 30, 31, 41]. Одним из наиболее значимых из них является проспективное рандомизированное контролируемое исследование, опубликованное Jiacheng Lin, Qian Zeng и др. в 2017 году. В исследовании принимали участие 118 детей с апикальным периодонтитом в постоянных зубах с несформированными корнями. Дети были разделены на две группы в зависимости от проводимого лечения ($n=59$). Контроль, проводимый через 12 месяцев, показал что в 103 случаях наблюдалось отсутствие симптомов пульпита и периодонтита, во всех случаях на рентгенограммах наблюдалось апикальное заживление, причем в группе, получавшей лечение по протоколу RET, наблюдалось значительное увеличение длины и толщины корня по сравнению с группой сравнения ($P<0,05$) [30]. В том же году проводилось лонгитюдное когортное исследование (Edwin Ka Meng Chan, Mia Desmeules и др.) среди 22 детей (28 зубов было пролечено). Спустя 30 месяцев было зарегистрировано значительное увеличение средней длины корня (8,1%, $P < 0,0001$) и площади толщины корня (11,6%, $P=0,03$) [31]. Недавнее проспективное исследование было проведено М.С. Рахмановой и М.В. Короленковой и в России (2020 г.). Испытуемыми были 12 детей от 7-10 лет, разделенные по группам ($n=6$) и получающие эндодонтическое лечение с использованием гидроксида кальция («Metapasta») и методики реваскуляризации (РПТ-группа). В результате в РПТ-группе прирост толщины корневого дентина наблюдался преимущественно в апикальной трети и был зарегистрирован в 100% случаев, тогда в группе сравнения корневой

дентин преимущественно увеличился в коронковой и средней трети корня, в апикальной же части наблюдался лишь в 33% случаев [17].

Полученные данные когортных и рандомизированных исследований демонстрируют положительную динамику регенеративного эндодонтического лечения, выражающуюся в полном закрытие апекса в отдаленных результатах и, следовательно, успешном формировании корней после проведенного лечения.

Заключение

По данным представленных в настоящем обзоре исследований сформировано следующие выводы:

1) Препараты на основе кальция и параформальдегида, в частности препараты «Biodentine» и «Pulpotech», имеют сравнительно высокую эффективность и могут быть рекомендованы при лечении пульпитов постоянных зубов с несформированными корнями методом витальной ампутации. Вместе с тем использование данных препаратов не способствует утолщению апикального дентина, что увеличивает риск травматизации зубов.

2) При проведении реваскуляризации (RET) в сравнении с витальной ампутацией препаратами на основе кальция, наблюдается значительное увеличение длины и толщины корня в процессе формирования апекса, что говорит о более успешном восстановлении процесса формирования апекса и о больших перспективах данного метода и возможности дальнейшей замены им классической методики. Отличительным преимуществом метода реваскуляризации пульпы является дальнейшее удлинение корня и утолщение стенок дентина в апикальной трети, что повышает резистентность твердых переломам корня.

ЛИТЕРАТУРА

1. Bajramov E. O., Turusova E. V naibolee effektivnyj preparat dlya lecheniya pul'pitov postoyannyh zubov s nesformirovannymi korniyami. Mezhdunarodnyj

studencheskij nauchnyj vestnik 2018;(4-1): 123-125. Russian (Байрамов Э. О., Турусова Е. В наиболее эффективный препарат для лечения пульпитов

- постоянных зубов с несформированными корнями. Международный студенческий научный вестник 2018;(4-1): 123-125).
2. Burda G. K, Pushkina I. I, Gerasimova I. E. Klinicheskij opyt primeneniya preparata "pulpotek" pri lechenii pulpita postoyannyh molyarov s nesformirovannymi kornyami. Upravlenie kachestvom medicinskoj pomoshchi 2013;(2): 55-58. Russian (Бурда Г. К, Пушкина И. И, Герасимова И. Е. Клинический опыт применения препарата "пульпотек" при лечении пульпита постоянных моляров с несформированными корнями. Управление качеством медицинской помощи) 2013;(2): 55-58.
 3. Bunyatyan K. A. Primenenie trikalcijsilikatnogo cementa pri lechenii obratimyh form pulpita v postoyannyh zubah s nesformirovannymi kornyami. Vestnik stomatologii 2017;4(101): 61-66. Russian (Бунятян К. А. Применение трикальцийсиликатного цемента при лечении обратимых форм пульпита в постоянных зубах с несформированными корнями. Вестник стоматологии 2017;4(101): 61-66).
 4. Petrikas A. N., Letunovskaya S. A., ZHurvlev O. N. Vitalnaya amputaciya postoyannyh zubovi dr. Vestnik medicinskogo instituta "REAVIZ": reabilitaciya, vrach i zdorove 2017; 5(29):69-81. Russian (Петрикас А. Ж., Легуновская С. А., Журавлев О. Н. Витальная ампутация постоянных зубови др. Вестник медицинского института "РЕАВИЗ": реабилитация, врач и здоровье 2017; 5(29):69-81).
 5. Ermuhanova G. T., Onajbekova N. M., Asanova D. B. Klinicheskij opyt lecheniya postoyannogo zuba s nesformirovannymi kornyami. Vestnik Kazahskogo nacionalnogo medicinskogo universiteta 2020;(2): 237-240. Russian (Ермуханова Г. Т., Онайбекова Н. М., Асанова Д. Б. Клинический опыт лечения постоянного зуба с несформированными корнями. Вестник Казахского национального медицинского университета 2020;(2): 237-240).
 6. ZHeleznyj P. A., Akimova S.E. Sravnitelnyj obzor stomatologicheskikh materialov, ispolzuemyh pri biologicheskom metode lecheniya hronicheskikh form pulpita v zubah s nesformirovannymi kornyami. Endodontiya Today 2013;(2): 3-6. Russian (Железный П. А., Акимова С.Е. Сравнительный обзор стоматологических материалов, используемых при биологическом методе лечения хронических форм пульпита в зубах с несформированными корнями. Эндодонтия Today 2013;(2): 3-6).
 7. ZHurbenko V. A., Karlash A.E. Primenenie mta i gidrookisi kalciya pri lechenii pulpita postoyannyh zubov s nezakonchennym formirovaniem kornej u detej. Regionalnyj vestnik 2020;13(52): 6-7. Russian (Журбенко В. А., Карлаш А.Е. Применение мта и гидроокиси кальция при лечении пульпита постоянных зубов с незаконченным формированием корней у детей. Региональный вестник 2020;13(52): 6-7).
 8. Leontiev, V. K., Kiselnikova L. P. Detskaya terapevticheskaya stomatologiya. Nacionalnoe rukovodstvo. M.: GEOTAR-Media, 2021. Russian (В. К. Леонтьев, Л. П. Кисельникова Детская терапевтическая стоматология. Национальное руководство. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2021).
 9. Dmitrienko N. YU., Kudrina K. O. Klinicheskij opyt primeneniya bioaktivnogo materiala "biodentin" v lechenii travmaticheskogo pulpita molodyh postoyannyh zubov. ZHurnal nauchnyh statej Zdorove i obrazovanie v XXI veke 2017;19(10): 49-52. Russian (Дмитриенко Н. Ю., Кудрина К. О. Клинический опыт применения биоактивного материала "биодентин" в лечении травматического пульпита молодых постоянных зубов. Журнал научных статей Здоровье и образование в XXI веке 2017;19(10): 49-52).
 10. Dmitrienko N. YU., Sarap L. R, ZHilenko O. G et al. Klinicheskaya i rentgenologicheskaya ocenka pryamogo pokrytiya pulpy v postoyannyh zubah s nesformirovannymi kornyami s ispolzovaniem materiala "biodentine"/ Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya 2017;(5): 186. Russian (Дмитриенко Н. Ю., Сарап Л. Р, Жиленко О. Г и др. Клиническая и рентгенологическая оценка прямого покрытия пульпы в постоянных зубах с несформированными корнями с использованием материала "biodentine"/ Современные проблемы науки и образования 2017;(5): 186).
 11. Kuzkova E. S. Issledovanie vliyaniya stomatologicheskogo materiala «trioksident» na sohranenie zhiznesposobnosti pulpy pri travmah perednih zubov s nesformirovannymi kornyami u detej mladshogo shkolnogo vozrasta. Applied science of today: problems and new approaches : Sbornik statej VII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii 2021: 6-10. Russian (Кузькова Е. С. Исследование влияния стоматологического материала «триоксидент» на сохранение жизнеспособности пульпы при травмах передних зубов с несформированными корнями у детей младшего школьного возраста. Applied science of today: problems and new approaches : Сборник статей VII Международной научно-практической конференции 2021: 6-10).
 12. Malyshev I. YU., YAnushevich O. O. Estestvennyj odontogenez: kletochnye i molekulyarnye osnovy. Rossijskaya stomatologiya 2016;9(4): 23-36. Russian (Мальшев И. Ю., Янушевич О. О. Естественный одонтогенез: клеточные и молекулярные основы. Российская стоматология 2016;9(4): 23-36).
 13. Korneeva N. M., Novikova E. A., Popova D. S. et al. Metodiki apeksifikacii, primenyaemye pri lechenii zubov s nezavershennym formirovaniem kornya i nekrozom. Stomatologiya dlya vsekh 2022;2(99): 10-17. Russian (Корнеева Н. М., Новикова Е. А., Попова Д. С. и др. Методики апексификации, применяемые при лечении зубов с незавершенным формированием корня и некрозом. Стоматология для всех 2022;2(99): 10-17).
 14. Nalbandyan L. V. Gagloeva N. F., Vodolackij V. M. Lechenie pulpitov postoyannyh nesformirovannyh zubov biosovmestimym preparatom "biodentin". Sovremennye metody diagnostiki, lecheniya, i

- profilaktiki stomatologicheskikh zabolevanij. K 25-letiyu obshchestvennoj organizacii «Stomatologicheskaya Associaciya Stavropolskogo kraja» 2018: 80-82. Russian (Налбандян Л. В. Гаглоева Н. Ф., Водолацкий В. М. Лечение пульпитов постоянных несформированных зубов биосовместимым препаратом "биодентин". Современные методы диагностики, лечения, и профилактики стоматологических заболеваний. К 25-летию общественной организации «Стоматологическая Ассоциация Ставропольского края» 2018: 80-82).
15. Pyrkina O. V. Kostyakova T. V., Egorova E. S. Celesoobraznost primeneniya preparatov na osnove gidrookisi kalciya pri lechenii pulpitov postoyannyh zubov s nesformirovannymi kornyami. Vestnik sovremennyh issledovanij 2017: 6-1 (9): 34-35. Russian (Пыркина О. В. Костякова Т. В., Егорова Е. С. Целесообразность применения препаратов на основе гидроокиси кальция при лечении пульпитов постоянных зубов с несформированными корнями. Вестник современных исследований 2017: 6-1 (9): 34-35).
16. Rahmanova M. S., Korolenkova M. V. Sovremennij podhod k lecheniyu postoyannyh zubov s nesformirovannymi kornyami pri nekroze pulpy. Stomatologiya detskogo vozrasta i profilaktika 2018;17(3-66): 39-42. Russian (Рахманова М. С., Короленкова М. В. Современный подход к лечению постоянных зубов с несформированными корнями при некрозе пульпы. Стоматология детского возраста и профилактика 2018;17(3-66): 39-42).
17. Rahmanova M. S. Korolenkova M.V. Sravnitelnyj analiz metodik apeksifikacii gidroksidom kalciya i regeneracii pulpopodobnoj tkani dlya stimulirovaniya rosta kornevogo dentina v rezcah s nesformirovannymi kornyami i nekrozom pulpy. Stomatologiya 2020;99(6): 55-63. Russian (Рахманова М. С. Короленкова М.В. Сравнительный анализ методик апексификации гидроксидом кальция и регенерации пульпоподобной ткани для стимулирования роста корневого дентина в резцах с несформированными корнями и некрозом пульпы. Стоматология 2020;99(6): 55-63).
18. Taganiyazova A. A., Maratova D. Zh, Usenbaev A. K. et al. Sravnitel'naya harakteristika kalcij soderzhashchih preparatov pri lechenij pulpitov postoyannyh zubov s nesformirovannymi kornyami. Aktualnye nauchnye issledovaniya v sovremennom mire 2019: 1-2(45): 33-37. Russian (Таганиязова А. А., Маратова Д. Ж, Усенбаев А. К. И др. Сравнительная характеристика кальций содержащих препаратов при лечении пульпитов постоянных зубов с несформированными корнями. Актуальные научные исследования в современном мире 2019: 1-2(45): 33-37).
19. Terekhova T. N., Pyko T. A. Lechenie oslozhnennyh form kariesa postoyannyh zubov s nesformirovannymi verhushkami kornej 2021;4(85): 9-17. Russian (Терехова Т. Н. Лечение осложненных форм кариеса постоянных зубов с несформированными верхушками корней. Современная стоматология 2021;4(85): 9-17).
20. Homenko L. A. Terapevticheskaya stomatologiya detskogo vozrasta. Kiev.: Kniga plyus; 2010. Russian (Хоменко Л. А. Терапевтическая стоматология детского возраста. Киев.: Книга плюс; 2010).
21. Abuelniel G. M. A., Duggal M. S., Kabel N. comparison of MTA and Biodentine as medicaments for pulpotomy in traumatized anterior immature permanent teeth: A randomized clinical trial. Dent. Traumatol 2020;36(4): 400-410.
22. Nicoloso G. F., Pötter I. G., Rocha R. O. et al. A comparative evaluation of endodontic treatments for immature necrotic permanent teeth based on clinical and radiographic outcomes: a systematic review and meta-analysis. nt. J. Paediatr. Dent. 2017;27(3): 217-227.
23. Nuñez C. M. C., Bosomworth H. J., Field C. et al. Biodentine and mineral trioxide aggregate induce similar cellular responses in a fibroblast cell line. J. Endod. 2014;40(3): 406-411.
24. Sunitha B., Puppala R., Kethineni B. et al. Clinical and Radiographic Evaluation of Four Different Pulpotomy Agents in Primary Molars: A Longitudinal Study. Int. J. Clin. Pediatr. Dent. 2017;10(3): 240-244.
25. Žižka R., Belák Š., Šedý J. et al. Clinical and Radiographic Outcomes of Immature Teeth Treated with Different Treatment Protocols of Regenerative Endodontic Procedures: A Retrospective Cohort Study. J. Clin. Med. 2021;10(8): 1600.
26. Joshi S. R., Palekar A. U., Pendyala G. S. et al. Clinical Success of Platelet-rich Fibrin and Mineral Trioxide Aggregate (MTA) or MTA-like Agents in Healing of Periapical Lesion in Nonsurgically Treated Pulpless Immature Permanent Teeth: A Systematic Review. J. Int. Soc. Prev. Community Dent. 2020;10(4): 379-383.
27. Lin J. C., Lu J. X., Zeng Q. et al. Comparison of mineral trioxide aggregate and calcium hydroxide for apexification of immature permanent teeth: A systematic review and meta-analysis. J. Formos. Med. Assoc. 2016;115(7): 523-30.
28. Brizuela C., Ormeño A., Cabrera C. et al. Direct Pulp Capping with Calcium Hydroxide, Mineral Trioxide Aggregate, and Biodentine in Permanent Young Teeth with Caries: A Randomized Clinical Trial. J. Endod. 2017;43(11): 1776-1780.
29. Laurent P. Camps J., About I. Biodentine(TM) induces TGF-β1 release from human pulp cells and early dental pulp mineralization. Int. Endod. J. 2012;45(5): 439-448.
30. Lin J. Zeng Q., Wei X. Regenerative Endodontics Versus Apexification in Immature Permanent Teeth with Apical Periodontitis: A Prospective Randomized Controlled Study. J. Endod. 2017;43(11): 1821-1827.
31. Chan E. K. M., Desmeules M., Cielecki M. et al. Longitudinal Cohort Study of Regenerative Endodontic Treatment for Immature Necrotic Permanent Teeth. J. Endod. 2017;43(3): 395-400.
32. Hameed M.H., Gul M., Ghafoor R. et al. Management of immature necrotic permanent teeth with regenerative endodontic procedures - a review

- of literature. J. Pak. Med. Assoc. 2019; 69(10): 1514-1520.
33. Chen Y., Chen X., Zhang Y. et al. Materials for pulpotomy in immature permanent teeth: a systematic review and meta-analysis. BMC Oral Health 2019; 19(1): 227.
34. Purra A. R., Ahangar A., Chadgal S. et al. Mineral trioxide aggregate apexification: A novel approach. J. Conserv. Dent 2016; 19(4): 377–380.
35. Soumya S., Patri G., Agrawal P. et al. Radiological Appraisal of Biodentine and Pulpotec Individually or in Combination with Photo-activated Disinfection as Pulp-capping Cements in Mature Teeth. J. Contemp. Dent. Pract 2021;22(9): 1014-1018.
36. Shaik I., Tulli M., Unnam P. et al. Regenerative Endodontic Therapy in the Management of Nonvital Immature Permanent teeth: A Systematic Review and Meta-analysis. J. Pharm. Bioallied. Sci. 2021;13(1): 36–42.
37. Pulyodan M. K., Mohan S. P, Valsan D. et al. Regenerative Endodontics: A Paradigm Shift in Clinical Endodontics. J. Pharm. Bioallied. Sci. 2020;12 (1): 20-26.
38. Sadaf D. Success of Coronal Pulpotomy in Permanent Teeth with Irreversible Pulpitis: An Evidence-based Review: Cureus 2020;23(12): 1.
39. Tran X. V., Ngo L. T. Q., Boukpassi T. Biodentine™ Full Pulpotomy in Mature Permanent Teeth with Irreversible Pulpitis and Apical Periodontitis. Healthcare (Basel) 2021;9(6): 720.
40. Demirci G. K., Kaval M. E., Güneri P. et al. Treatment of immature teeth with nonvital pulps in adults: a prospective comparative clinical study comparing MTA with Ca(OH)₂. Int. Endod. J. 2020;53(1): P. 5-18.
41. Cheng J., Yang F., Li J. et al. Treatment Outcomes of Regenerative Endodontic Procedures in Traumatized Immature Permanent Necrotic Teeth: A Retrospective Study. J. Endod.. 2022; 48(9): 1129-1136.
42. Uyar D. S. Alacam A. Evaluation of partial pulpotomy treatment in cariously exposed immature permanent molars: Randomized controlled trial. Niger. J. Clin. Pract 2021;24(10): 1511-1519.
43. Wikström A., Brundin M., Lopes M. F. et al. What is the best long-term treatment modality for immature permanent teeth with pulp necrosis and apical periodontitis? // Eur. Arch. Paediatr. Dent. 2021;22(3): 311–340.
44. Yadav P. Viridi M. S. Spinal Tap Needle Technique for Creating Apical Plug with Mineral Trioxide Aggregate in Immature Permanent Teeth. Int. J. Clin. Pediatr. Dent 2022;15(3): 380–384.