

НОВЕЙШИЕ КОНЦЕПЦИИ В ЛЕЧЕНИИ КОРНЕВЫХ КАНАЛОВ

THE LATEST CONCEPTS IN ROOT CANAL TREATMENT

**O. Poleshchuk
I. Umerov
D. Velichko
A. Erofeeva
M. Peylivanov
Z. Reshidov**

Summary. Emerging clinical and histological data challenge the established dogma that root canal treatment is the only therapeutic option for preserving vital mature permanent teeth with a diagnosis of irreversible pulpitis or carious pulp lesion. Vital pulp treatment procedures, such as pulpotomy, are not only technically simpler and more economical, but also provide patients with many other advantages compared to conventional root canal treatment. This descriptive review provides updated information on the current understanding of pulp pathophysiology and protective mechanisms, proposed new diagnostic terms for pulp inflammation, and how the biological characteristics of hydrophilic silicate-calcium cements have made it possible to achieve stable successful results in pulpotomy in mature teeth. The document also details the evidence base of clinical studies and systematic reviews conducted over the past decade, and provides practical recommendations for the treatment of pulpotomy in mature permanent teeth.

Keywords: pulpotomy, apexogenesis, intrapulpal pressure, odontoblast-like cells, biodentin, bioceramics, periapical pathologies.

Полецук Ольга Юрьевна

Кандидат медицинских наук, доцент
ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет
имени В.И. Вернадского», Институт «Медицинская
академия имени С.И. Георгиевского», Россия,
г. Симферополь
pol.o.u@inbox.ru

Умеров Ильяс Фератович

ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет
имени В.И. Вернадского», Институт «Медицинская
академия имени С.И. Георгиевского», Россия,
г. Симферополь
ireasu.u@gmail.com

Величко Даниил Дмитриевич

ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет
имени В.И. Вернадского», Институт «Медицинская
академия имени С.И. Георгиевского», Россия,
г. Симферополь
velickoliza@gmail.com

Ерофеева Ангелина Витальевна

ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет
имени В.И. Вернадского», Институт «Медицинская
академия имени С.И. Георгиевского», Россия,
г. Симферополь
Erofeeva.angel@mail.ru

Пейливанов Михаил Гамлетович

ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет
имени В.И. Вернадского», Институт «Медицинская
академия имени С.И. Георгиевского», Россия,
г. Симферополь
peylivanovm@mail.ru

Решидов Заир Адильевич

ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет
имени В.И. Вернадского», Институт «Медицинская
академия имени С.И. Георгиевского», Россия,
г. Симферополь
Zair2719@mail.ru

Аннотация. Появляющиеся клинические и гистологические данные бросают вызов устоявшейся догме о том, что лечение корневых каналов является единственным терапевтическим вариантом для сохранения постоянных зубов с диагнозом необратимого пульпита. Жизненно важные процедуры лечения пульпы, такие как пульпотомия, не только технически проще и экономичнее, но и предоставляют пациентам множество других преимуществ по сравнению с традиционным лечением корневых каналов. В этом описательном обзоре представлена обновленная информация о современном понимании патофизиологии пульпы и защитных механизмов, предлагаемых новых диагностических критериев воспаления пульпы и о том, как биологические характеристики гидрофильных силикатно-кальциевых цемента позволили добиться стабильных успешных результатов при пульпотомии постоянных зубов. В статье также подробно



Догмы в медицине и стоматологии часто лелеются с безоговорочной верой, несмотря на отсутствие высококачественных доказательств. Смена парадигмы существующих методов лечения часто вызывает сильное сопротивление, даже с риском оказания некачественной помощи пациентам. Одним из таких широко распространенных убеждений является то, что постоянный зуб с диагнозом необратимый пульпит потребует лечения корневых каналов для долгосрочного сохранения зуба. Витальная терапия пульпы, такая как пульпотомия, была ограничена зубами в стадии несформированного корня с целью обеспечения завершения формирования их корней (апексогенеза). Однако в настоящее время появляется все больше свидетельств того, что независимо от стадии формирования корня, если инфекцию и воспаление пульпы можно контролировать, даже «необратимо» воспаленная ткань пульпы оказывается способной к заживлению, что позволяет проводить консервативное лечение таких зубов. Недавние заявления Американской ассоциации эндодонтистов и Европейского общества эндодонтологов пришли к выводу, что «диагностика необратимого пульпита до лечения не обязательно является показанием для пульпэктомии» знаменуя новую эру минимально инвазивной терапии постоянных зубов. Это изменение парадигмы предполагает необходимость для стоматологов рассмотреть возможность пульпотомии в качестве окончательного метода лечения сформированных постоянных зубов с диагнозом необратимого пульпита. В этой статье представлены обоснование, доказательная база и рекомендации по лечению для успешной пульпотомии жизненно важных сформированных постоянных зубов. [1]

Исторически считалось, что пульпа зуба очень уязвима для повреждения тканей в результате бактериальной кариозной атаки и возникающего в результате воспаления. Считалось, что отсутствие эластичности полости зуба и отсутствие коллатерального кровотока ограничивают способность ткани пульпы приспосабливаться к увеличению внутрипульпозного давления или эффективно доставлять гуморальные и клеточные иммунные компоненты к поврежденному участку. Диагностический консенсус заключался в том, что обнаженную в результате кариеса пульпу в зрелых

изложена доказательная база клинических исследований и систематических обзоров, проведенных за последнее десятилетие, и изложены практические рекомендации по лечению необратимого пульпита сформированных постоянных зубов методом пульпотомии.

Ключевые слова: пульпотомия, апексогенез, внутрипульпозное давление, одонтобластоподобные клетки, биодентин, биокерамика, периапикальные патологии.

постоянных зубах следует считать необратимо воспаленной на основании того, что основное воспаление распространилось по всей ткани пульпы, и ограниченного кровоснабжения через закрытые верхушки зрелых зубов будет недостаточно для ускорения заживления, даже если повреждение ткани устранено. Однако исследования показали, что пульпа зуба может не только выдерживать умеренное повышение внутрипульпозного давления во время воспаления, но и что пульпа зуба также обладает эффективным иммунным защитным ответом. [2]

Современное понимание патофизиологии и защитных механизмов пульпы зуба подтвердило ранние исследования, которые показали врожденную способность ткани пульпы к самовосстановлению при удалении повреждения. Большое количество фибробластов в ткани пульпы являются единственными неиммунными клетками в организме, способными активировать систему комплемента и играть центральную роль в модуляции потенциала восстановления и заживления пульпы. Помимо фибробластов пульпы, стволовые клетки пульпы сформированного зуба также способствуют регенеративному потенциалу пульпы зрелых постоянных зубов. Последние данные свидетельствуют о том, что защитные механизмы пульпы опосредованы следующими путями: а) активация комплемента фибробластами пульпы обладает значительным противовоспалительным потенциалом, а также способствует регенерации тканей путем рекрутирования предшественников пульпы; б) фибробласты пульпы могут непосредственно индуцировать лизис кариесогенных бактерий; в) хемокины, высвобождаемые из поврежденной пульпы ткани привлекают мезенхимальные стволовые клетки пульпы зуба, которые могут дифференцироваться в одонтобластоподобные клетки и индуцировать репаративное образование дентина; г) синтез и высвобождение антимикробных пептидов стволовыми клетками пульпы зуба. [3]

Гистопатологические и гистобактериологические исследования показали, что в зубах с необратимым пульпитом в пульповой камере имеется колонизированная бактериями некротическая область различных размеров. Однако в нескольких миллиметрах от коло-

низированной бактериями некротической ткани нередко обнаруживается здоровая архитектура пульпы, которая, как правило, свободна от воспаления и бактерий. Врожденные и адаптивные иммунные защитные механизмы позволяют пульпе ограничивать распространение бактериальной инфекции. Если не проводится лечение для удаления инфицированной пульпы, инфекция пульпы в месте кариозного воздействия будет постепенно распространяться и охватывать всю коронковую пульпу, хотя корневая пульпа все еще может оставаться свободной от инфекции. Теоретически, если полностью удалить инфицированную коронковую пульпу, можно создать благоприятную среду для заживления корневой пульпы, поскольку иммуновоспалительные клетки устраняются путем апоптоза, а одонтобластоподобные клетки индуцируют образование дентинного моста. В совокупности гистологическая картина сильно воспаленной пульпы не всегда может быть признаком необратимости инфекции.

Таким образом, современная интерпретация воспаления пульпы включает понимание того, что «необратимый» пульпит не следует рассматривать как односторонний путь к повреждению клеток пульпы и последующему некрозу, а как «обоюдоострый меч», результатом которого может стать так называемое желаемое воспаление при правильном балансе восстановления и заживления пульпы. С другой стороны, если воспаление пульпы длительное и неконтролируемое, это неизбежно приведет к дальнейшему инфицированию пульпы и некрозу тканей. Однако точку разграничения, при которой воспаление пульпы становится действительно необратимым, трудно определить, основываясь только на симптомах пациента и доступных в настоящее время диагностических методов. [4]

Традиционно выявление обратимого/необратимого пульпита основывалось на субъективном описании симптомов пациента и тестах на чувствительность пульпы. Однако простой дихотомический способ описания воспаленной жизненно важной пульпы как обратимого или необратимого пульпита не соответствует современному пониманию биологии пульпы и защитной реакции комплекса пульпы. Поскольку гистологические данные показывают, что нет дискретной границы, которая сделала бы пульпу необратимо воспаленной и не подлежащей восстановлению, возможно, лучше рассматривать пульпит как заболевание, классифицированное во времени и пространстве. Современное понимание воспаления и заживления пульпы привело к призывам пересмотреть существующую диагностическую номенклатуру. [5]

Полная пульпэктомия и последующее пломбирование корневых каналов жизненно важных сформирован-

ных постоянных зубов с необратимым пульпитом могут рассматриваться как профилактическая процедура для предотвращения дальнейшего инфицирования пульпы и последующего развития апикального периодонтита. Нет сомнений в том, что правильно выполненная пульпэктомия с последующей пломбировкой корневых каналов может достичь высоких показателей успеха. К сожалению, перекрестные исследования со всего мира показали, что до 40% пломбированных корневых каналов зубов технически неадекватны с проявлениями периодонтита. Лечение необратимого пульпита у зрелых постоянных зубов с помощью пульпотомии потенциально может иметь ряд преимуществ: а) процедура лечения технически менее сложная, что позволяет избежать осложнений, связанных со сложной анатомией корневого канала; б) при этом сохраняется проприоцептивное ощущение зуба; в) биологический иммунный ответ от сохраненной пульпы ткани могут предотвратить инфекцию апикальной области; г) сохраняется регенеративный и репаративный потенциал пульпы; д) сохраняется структурная целостность зуба, что снижает риск перелома; [6]

Потенциальной проблемой после полной пульпотомии у сформированных постоянных зубов является возникновение облитерации корневого канала, приводящей к апикальному периодонтиту. Тем не менее, развитие воспаления в периапикальных тканях в пульпотомированных постоянных зубах является следствием инфекции пульпы либо из-за микропротекания коронковой реставрации, либо из-за неполной дезинфекции пульпы во время процедуры пульпотомии, а не из-за самой облитерации корневого канала. Кальцификация каналов в пульпотомированных зубах без инфицирования пульпы не приведет к апикальному периодонтиту, и дальнейшее вмешательство в лечении не потребуются.

Лекарственное средство для пульпотомии, которое помещается непосредственно поверх оставшейся ткани пульпы, в идеале должно обеспечивать хорошую и длительную герметизацию от попадания бактерий, стимулировать заживление и восстановление остаточной ткани пульпы и способствовать дентиногенезу. Гидроксид кальция был одним из самых ранних и популярных лекарственных средств, используемых для витальной терапии пульпы на основе его высокой щелочности и способности стимулировать репаративное образование дентина. Тем не менее, гидроксид кальция также вызывал некоторые осложнения во время заживления при размещении непосредственно на пульпу, при этом исследования показывают, что показатели успеха применения гидроксида кальция для витальной терапии пульпы значительно снижаются с течением времени. К недостаткам использования гидроксида

кальция для витальной терапии пульпы относятся: а) туннельные дефекты в новообразованном дентине, приводящие к неэффективной пломбе; б) высокая растворимость в ротовой жидкости; и в) плохая адгезия к дну пульпы из-за его гидрофобности. [7,8,9]

В последние десятилетия появились биоактивные гидрофильные цементы на основе силиката кальция, такие как минеральный триоксидный агрегат, биодентин и биокерамика для использования при витальной терапии пульпы. Эти материалы продемонстрировали более стабильный клинический успех (85–100%) при использовании в качестве лекарственного средства для пульпотомии в сформированных постоянных зубах. [10] Контраст в клинических результатах был особенно резким, когда были проведены прямые сравнения между гидроксидом кальция и цементами на основе силиката кальция для витальной терапии пульпы. Биоактивные цементы нового поколения не только стабильны по размерам и обладают превосходными герметизирующими свойствами, но также обладают полезными биосовместимыми, иммуномодулирующими и остеогенными свойствами. [11] Недавние исследования показали, что биоактивные цементы на основе силиката кальция могут индуцировать высвобождение регенеративных факторов роста, связанных с дентином, усиливают ангиогенез и стимулируют клеточную дифференцировку дентинообразующих клеток. Эти биологические свойства обеспечивают лучшее заживление пульпы и улучшают качество минерализованного дентинного мостика над пульпой, способствуя успешному исходу пульпотомии даже у сформированных постоянных зубов. [12,13,14]

Пульпотомия традиционно не входила в перечень методов лечения зрелых постоянных зубов с диагнозом необратимый пульпит. Однако в настоящее время появляется все больше доказательств из ретроспективных исследований, проспективных когортных исследований и рандомизированных контролируемых исследований, демонстрируя высокие показатели успеха для пульпотомии при лечении зрелых постоянных зубов с необратимым пульпитом или кариозным поражением пульпы. [15,16]

Успешные результаты пульпотомии зависят от строгого соблюдения асептической техники операции. Эти меры включают: а) обязательную изоляцию зуба системой коффердама; б) предоперационную дезинфекцию коронки перед удалением кариеса 2% хлоргексидином (СНХ-2%) или 5% гипохлоритом натрия (NaOCl); в) сведение к минимуму дальнейшего бактериального загрязнения пульпы путем удаления всех кариозных тканей, начиная с периферии полости, а затем постепенно по крыше пульповой камеры. [17]

Результаты пульпотомии будут зависеть от тяжести воспаления пульпы и способности обеспечить гемостаз после удаления воспаленной ткани. [18] После обнажения пульпы промывание полости СНХ-2% или NaOCl может свести к минимуму бактериальную нагрузку и предотвратить попадание дентинных частиц в ткань пульпы. [19] Ампутацию пульпы следует проводить стерильным высокоскоростным вращающимся бором под обильным орошением водой. Еще одним важным шагом после обнажения пульпы является интраоперационная оценка жизнеспособности пульпы. [20] Прямая визуализация ткани пульпы (предпочтительно с увеличением) во время и после гемостаза не только предоставляет дополнительную диагностическую информацию о степени воспаления пульпы, но также может помочь выявить потенциальные некротические ткани, которые требуют удаления перед наложением лечебной прокладки. Здоровая пульпа будет представлена в виде равномерно красной сосудистой ткани, в то время как нежизнеспособная некротическая пульпа представлена в виде темной бессосудистой ткани с минимальным кровотоком или в виде желтоватых разжиженных участков, или с кальцифицированными остатками, внедренными в ткань пульпы. [21,22,23]

Гемостаз и дезинфекция резецированной ткани пульпы достигается либо путем размещения стерильного ватного тампона, пропитанного NaOCl, поверх ампутированной пульпы, либо путем пассивного орошения NaOCl. NaOCl в концентрациях от 0,5 до 5% может использоваться при непосредственном контакте с тканями пульпы без ущерба для набора клеток пульпы, цитодифференцировки и репаративного формирования дентина. [24] Помимо гемостатического эффекта, NaOCl также дезинфицирует границу раздела дентин-пульпа и удаляет прилипшие биопленки. Хотя физиологично использовать 0,9% раствор NaCl вместо NaOCl для гемостаза, но он не обладает дезинфицирующими свойствами, что, возможно, приводит к худшим результатам по сравнению с гемостазом NaOCl. [25] Следует избегать использования более эффективных гемостатических средств (например, сульфата железа или перекиси водорода), поскольку они, как правило, маскируют истинное воспалительное состояние пульпы.

Время, необходимое для достижения гемостаза после ампутации пульпы, использовалось в качестве показателя степени воспаления пульпы и прогностического фактора успеха витальной терапии пульпы. Однако ретроспективное исследование, в котором изучалось «время до остановки кровотечения» после пульпотомии у сформированных зубов с воспалительными поражениями пульпы, показало, что время кровотечения не повлияло на результаты лечения, и клинические исследования показали успешные результаты

при времени кровотечения в диапазоне от 1 до 25 минут. Недавние обзоры показывают, что продолжительность кровотечения может не быть истинным показателем воспалительного статуса пульпы, и поэтому достижение немедленного гемостаза не обязательно должно быть определяющим фактором для успешных результатов пульпотомии. Тем не менее, постоянное кровотечение в течение десяти минут, несмотря на попытки гемостаза, следует рассматривать как противопоказание для пульпотомии зрелых постоянных зубов, и в этих случаях следует предпочесть пульпэктомия или удаление. [26,27,28]

Вероятно, наиболее важным фактором в достижении благоприятных результатов пульпотомии является адекватная герметизация остаточной ткани пульпы биоактивным лекарственным средством и окончательная реставрация коронки. [29] После достижения гемостаза 2–3 мм гидрофильного цемента на основе силиката кальция следует нанести непосредственно на остатки пульпы, гарантируя отсутствие пористости или избытка цемента на стенках пульповой камеры. Также рекомендуется немедленная установка окончательной реставрации для предотвращения микропротекания, защиты биоактивного лекарственного средства, снижения послеоперационной чувствительности и создания основы для будущей ортопедической конструкции, если это потребуются. Данные об установке коронок на зубы в которых проводилась пульпотомия, ограничены, при этом в нескольких исследованиях сообщается, что установка коронок на такие зубы имела более высокие показатели успеха по сравнению с реставрациями из полимерных композитов или амальгамы. [30,31,32] Кроме того, были продемонстрированы 100%-ные показатели успеха после установки коронок из нержавеющей стали на пульпотомированные постоянные коренные зубы у детей. Был предложен период ожидания в 3–6 месяцев перед покрытием зуба коронкой, поскольку ранние эндодонтические неудачи, как правило, происходят в течение этого периода. Если клинические и рентгенологические результаты лечения пульпотомии будут успешными после этого периода ожидания, следует настоятельно рассмотреть возможность восстановления зуба полной коронкой для

долгосрочного выживания пульпотомированного зуба. [33]

Европейское общество эндодонтологов рекомендует, чтобы зубы, которым проводится витальная терапия пульпы, оценивались с помощью клинических, рентгенологических и температурных тестов через 6 и 12 месяцев после лечения, а затем с ежегодными интервалами в течение четырех лет. Критерием успешного клинического результата является бессимптомный функциональный зуб, отсутствие болезненности при перкуссии или пальпации, а также отсутствие отека или свищевого хода, связанных с обработанным зубом. [34] Рентгенологически не должно быть признаков внутренней резорбции корня, очевидного заживления любых предоперационных периапикальных повреждений и новых периапикальных патологий. Тесты на чувствительность должны вызывать нормальную реакцию у зубов, которые подвергаются пломбированию пульпы или частичной пульпотомии. Однако зубы, подвергшиеся полной пульпотомии, не поддаются тестам на чувствительность, и в этих случаях корневая пульпа считается нормальной, если нет клинических или рентгенологических признаков разрушения. [35]

ВЫВОДЫ

Стремление практиковать минимально инвазивную эндодонтию, улучшенное понимание защитных механизмов дентина и пульпы, внедрение биоактивных препаратов для пульпы и накопление данных клинических и рентгенологических исследований результатов привели к тому, что пульпотомия все чаще рассматривается как терапевтическая альтернатива традиционной пульпэктомии, даже на зубах с сформированным корнем. Пульпотомия может быть особенно привлекательным вариантом для пациентов, которые не имеют доступа к специализированной эндодонтической помощи или не могут позволить себе ее стоимость. Вероятно, недалек тот день, когда пульпотомию можно будет регулярно предлагать в качестве первой линии лечения сформированных постоянных зубов с диагнозом необратимый пульпит.

ЛИТЕРАТУРА

1. Kassebaum, N.J. et al. Global, regional, and national prevalence, incidence, and disability-adjusted life years for oral conditions for 195 countries, 1990–2015: A systematic analysis for the global burden of diseases, injuries, and risk factors. *J. Dent. Res.* .96, 380–387. <https://doi.org/10.1177/0022034517693566> (2017).
2. Yu, C. & Abbott, P.V. An overview of the dental pulp: Its functions and responses to injury. *Aust. Dent. J.* 52, S4–16. <https://doi.org/10.1111/j.1834-7819.2007.tb00525.x> (2007).
3. Glickman, G.N. AAE consensus conference on diagnostic terminology: Background and perspectives. *J. Endod.* 35, 1619–1620. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2009.09.029> (2009).

4. Ricucci, D., Loghini, S. & Siqueira, J.F. Jr. Correlation between clinical and histologic pulp diagnoses. *J. Endod.* 40, 1932–1939. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2014.08.010> (2014) .
5. Bjorndal, L., Simon, S., Tomson, P.L. & Duncan, H.F. Management of deep caries and the exposed pulp. *Int. Endod. J.* 52, 949–973. <https://doi.org/10.1111/iej.13128> (2019) .
6. Solomon, R.V., Faizuddin, U., Karunakar, P., Deepthi Sarvani, G. & Sree Soumya, S. Coronal pulpotomy technique analysis as an alternative to pulpectomy for preserving the tooth vitality, in the context of tissue regeneration: A correlated clinical study across 4 adult permanent molars. *Case Rep Dent.* <https://doi.org/10.1155/2015/916060> (2015) .
7. Linsuwanont, P., Wimonutthikul, K., Pothimoke, U. & Santiwong, B. Treatment outcomes of mineral trioxide aggregate pulpotomy in vital permanent teeth with carious pulp exposure: The retrospective study. *J. Endod.* 43, 225–230. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2016.10.027> (2017) .
8. Alqaderi, H.E., Al-Mutawa, S.A. & Qudeimat, M. A. MTA pulpotomy as an alternative to root canal treatment in children's permanent teeth in a dental public health setting. *J. Dent.* 42, 1390–1395. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2014.06.007> (2014) .
9. Aguilar, P. & Linsuwanont, P. Vital pulp therapy in vital permanent teeth with cariously exposed pulp: A systematic review. *J. Endod.* 37, 581–587. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2010.12.004> (2011) .
10. Simon, S. et al. Should pulp chamber pulpotomy be seen as a permanent treatment? Some preliminary thoughts. *Int. Endod. J.* 46, 79–87. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2012.02113.x> (2013) .
11. Taha, N.A., Ahmad, M.B. & Ghanim, A. Assessment of Mineral Trioxide Aggregate pulpotomy in mature permanent teeth with carious exposures. *Int. Endod. J.* 50, 117–125. <https://doi.org/10.1111/iej.12605> (2017) .
12. Cushley, S. et al. Pulpotomy for mature carious teeth with symptoms of irreversible pulpitis: A systematic review. *J. Dent.* 88, 103158. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2019.06.005> (2019) .
13. Liberati, A. et al. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: Explanation and elaboration. *J Clin Epidemiol* 62, e1–34. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2009.06.006> (2009) .
14. Downs, S.H. & Black, N. The feasibility of creating a checklist for the assessment of the methodological quality both of randomised and non-randomised studies of health care interventions. *J. Epidemiol. Community Health* 52, 377–384. <https://doi.org/10.1136/jech.52.6.377> (1998) .
15. Sterne, J.A. C. et al. RoB 2: A revised tool for assessing risk of bias in randomised trials. *BMJ* 366, l4898. <https://doi.org/10.1136/bmj.l4898> (2019) .
16. McGuinness, L.A. & Higgins, J.P.T. Risk-of-bias VISualization (robvis): An R package and Shiny web app for visualizing risk-of-bias assessments. *Res. Synth. Methods* 12, 55–61. <https://doi.org/10.1002/jrsm.1411> (2021) .
17. Fleiss, J.L. The statistical basis of meta-analysis. *Stat. Methods Med. Res.* 2, 121–145. <https://doi.org/10.1177/096228029300200202> (1993) .
18. Higgins, J.P., Thompson, S.G., Deeks, J.J. & Altman, D.G. Measuring inconsistency in meta-analyses. *BMJ* 327, 557–560. <https://doi.org/10.1136/bmj.327.7414.557> (2003) .
19. Egger, M., Davey Smith, G., Schneider, M. & Minder, C. Bias in meta-analysis detected by a simple, graphical test. *BMJ* 315, 629–634. <https://doi.org/10.1136/bmj.315.7109.629> (1997) .
20. Duval, S. & Tweedie, R. Trim and fill: A simple funnel-plot-based method of testing and adjusting for publication bias in meta-analysis. *Biometrics* 56, 455–463. <https://doi.org/10.1111/j.0006-341x.2000.00455.x> (2000) .
21. Guyatt, G. et al. GRADE guidelines: 1. Introduction-GRADE evidence profiles and summary of findings tables. *J. Clin. Epidemiol.* 64, 383–394. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2010.04.026> (2011) .
22. Uesrichai, N. et al. Partial pulpotomy with two bioactive cements in permanent teeth of 6- to 18-year-old patients with signs and symptoms indicative of irreversible pulpitis: A noninferiority randomized controlled trial. *Int. Endod. J.* 52, 749–759. <https://doi.org/10.1111/iej.13071> (2019) .
23. Taha, N.A. & Abdulkhader, S.Z. Full pulpotomy with biodentine in symptomatic young permanent teeth with carious exposure. *J. Endod.* 44, 932–937. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2018.03.003> (2018) .
24. Taha, N.A. & Abdelkhader, S.Z. Outcome of full pulpotomy using Biodentine in adult patients with symptoms indicative of irreversible pulpitis. *Int. Endod. J.* 51, 819–828. <https://doi.org/10.1111/iej.12903> (2018) .
25. Taha, N.A. & Khazali, M.A. Partial pulpotomy in mature permanent teeth with clinical signs indicative of irreversible pulpitis: A randomized clinical trial. *J. Endod.* 43, 1417–1421. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2017.03.033> (2017) .
26. Qudeimat, M.A., Alyahya, A. & Hasan, A.A. Mineral trioxide aggregate pulpotomy for permanent molars with clinical signs indicative of irreversible pulpitis: A preliminary study. *Int. Endod. J.* 50, 126–134. <https://doi.org/10.1111/iej.12614> (2017) .
27. Asgary, S., Eghbal, M.J. & Bagheban, A.A. Long-term outcomes of pulpotomy in permanent teeth with irreversible pulpitis: A multi-center randomized controlled trial. *Am J Dent* 30, 151–155 (2017) .
28. Kumar, V., Juneja, R., Duhan, J., Sangwan, P. & Tewari, S. Comparative evaluation of platelet-rich fibrin, mineral trioxide aggregate, and calcium hydroxide as pulpotomy agents in permanent molars with irreversible pulpitis: A randomized controlled trial. *Contemp Clin Dent* 7, 512–518. <https://doi.org/10.4103/0976-237X.194107> (2016) .
29. Nosrat, A., Seifi, A. & Asgary, S. Pulpotomy in caries-exposed immature permanent molars using calcium-enriched mixture cement or mineral trioxide aggregate: A randomized clinical trial. *Int. J. Paediatr. Dent.* 23, 56–63. <https://doi.org/10.1111/j.1365-263X.2012.01224.x> (2013) .
30. Caliskan, M.K. Pulpotomy of carious vital teeth with periapical involvement. *Int. Endod. J.* 28, 172–176. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.1995.tb00293.x> (1995) .
31. Caliskan, M.K. Success of pulpotomy in the management of hyperplastic pulpitis. *Int. Endod. J.* 26, 142–148. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.1993.tb00557.x> (1993) .

32. Li, Y. et al. Pulpotomy for carious pulp exposures in permanent teeth: A systematic review and meta-analysis. *J. Dent.* 84, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2019.03.010> (2019) .
33. Hasselgren, G. & Reit, C. Emergency pulpotomy: Pain relieving effect with and without the use of sedative dressings. *J. Endod.* 15, 254–256. [https://doi.org/10.1016/S0099-2399\(89\)80219-5](https://doi.org/10.1016/S0099-2399(89)80219-5) (1989) .
34. Tan, S.Y. et al. Long-term pulpal and restorative outcomes of pulpotomy in mature permanent teeth. *J. Endod.* 46, 383–390. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2019.11.009> (2020) .
35. Chang, S.W., Lee, S.Y., Kum, K.Y. & Kim, E.C. Effects of ProRoot MTA, Bioaggregate, and Micromega MTA on odontoblastic differentiation in human dental pulp cells. *J. Endod.* 40, 113–118. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2013.09.036> (2014) .

© Поleshук Ольга Юрьевна (pol.o.u@inbox.ru), Умеров Ильяс Фератович (ireasu.u@gmail.com),
 Величко Даниил Дмитриевич (velickoliza@gmail.com), Ерофеева Ангелина Витальевна (Erofeeva.angel@mail.ru),
 Пейливанов Михаил Гамлетович (peylivanovm@mail.ru), Решидов Заир Адильевич (Zair2719@mail.ru).
 Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Крымский Федеральный Университет им. В.И. Вернадского