



<https://doi.org/10.34883/PI.2025.9.1.001>
УДК 616.314.16-036.1

Дедова Л.Н., Новак Н.В. ✉

Белорусский государственный медицинский университет, Минск, Беларусь

Патологическая резорбция зуба

Конфликт интересов: не заявлен.

Вклад авторов: все авторы внесли существенный вклад в создание статьи.

Подана: 13.01.2025

Принята: 10.03.2025

Контакты: zubnajafeja@yandex.by

Резюме

Введение. Особенности развития патологического процесса в области корня зуба под действием одонтокластов являются предметом активного исследования в последние годы. Существует ряд клинических классификаций патологической резорбции корня зуба, при использовании которых возникают сложности у клинициста в диагностике и лечении, что определяет необходимость анализа и обобщения материала по вопросам особенностей проявления и систематизации патологической резорбции корня зуба.

Цель. Разработать новую клиническую классификацию патологической резорбции зуба на основании анализа собственных клинических исследований в области диагностики и методов лечения патологической резорбции постоянных зубов.

Материалы и методы. Разработана клиническая классификация патологической резорбции зуба на основании анализа собственных клинических наблюдений пациентов и данных зарубежной и отечественной литературы.

Результаты. Предложена новая клиническая классификация патологической резорбции зуба, которая характеризует ее по течению, форме, глубине поражения, локализации на поверхности корня и распространенности.

Заключение. Собственные клинические наблюдения, обобщение результатов диагностики и лечения патологической резорбции корня зуба установили ряд важных механизмов ее проявления и определили целесообразность включения разработанной классификации в клинический протокол патологической резорбции зуба.

Ключевые слова: патологическая резорбция зуба, клинический протокол, корень зуба

Dedova L., Novak N. ✉

Belarusian State Medical University, Minsk, Belarus

Tooth Root Resorption

Conflict of interest: nothing to declare.

Authors' contribution: all authors made a significant contribution to the creation of the article.

Submitted: 13.01.2025

Accepted: 10.03.2025

Contacts: zubnajafeja@yandex.by

Abstract

Introduction. The peculiarities of the development of the pathologic process in the region of the tooth root under the action of odontoclasts have been the subject of active research in recent years. There is a number of clinical classifications of pathological tooth root resorption, when using which there are difficulties for the clinician in diagnostics and treatment, which determines the necessity of analysis and generalization of the material on the peculiarities of manifestation and systematization of pathological tooth root resorption.

Purpose. To develop a new clinical classification of pathological tooth resorption based on the analysis of our own clinical research in the field of diagnostics and methods of treatment of pathological resorption of permanent teeth.

Materials and methods. A clinical classification of pathological tooth resorption was developed based on the analysis of own clinical observations of patients and data of foreign and domestic literature.

Results. A new clinical classification of pathological tooth resorption is proposed, which characterizes it by its course, form, depth of the lesion, localization on the root surface and prevalence.

Conclusion. Own clinical observations, generalization of the results of diagnostics and treatment of pathological tooth root resorption have established a number of important mechanisms of its manifestation, and determined the expediency of including the developed classification in the clinical protocol of pathological tooth resorption.

Keywords: pathological tooth resorption, clinical protocol, tooth root

■ ВВЕДЕНИЕ

Патологическая резорбция зуба – это процесс, обусловленный влиянием неблагоприятных факторов и приводящий к убыли твердых тканей (дентина и цемента) корня зуба.

Поверхность дентина в корневом канале выстлана слоем одонтобластов и прединтином, а снаружи корня – цементобластическим слоем и прецементом, что обеспечивает деминерализованный к резорбции барьер. При этом одонтокласты не способны к адгезии к поверхности неминерализованного матрикса и к его реабсорбции. Интактный корень устойчив к резорбции из-за ингибирующего действия органического прецементы и прединтина. Однако процессы резорбции минерального дентина запускаются при наличии иницирующего стимула (инфекции или травмы).



Инфекционный процесс или травма приводит к потере либо изменению защитного слоя прецементы или предентина корня [1–7].

Установлен ряд неблагоприятных факторов, приводящих к развитию патологической резорбции корня. Среди них выделяют факторы 1-го и 2-го порядка.

Факторы риска 1-го порядка:

- воспаление вследствие пульпарной или периодонтальной инфекции;
- травма – механическая, химическая, окклюзионная, ортодонтическая; сдавление корня опухолью, кистой, другими (ретинированными) зубами;
- реплантация зуба.

Факторы риска 2-го порядка [1–4, 7–9, 11, 13, 15, 17]:

- генетические особенности (длина, форма корня и др.);
- возраст (возрастает риск патологической резорбции с увеличением возраста пациента);
- пол;
- вредные привычки (грызть ногти и др.);
- особенности питания (дефицит кальция, витамина D и др.);
- системная патология (гипотиреозидизм, гипо- и гиперпаратирозидизм, гиперпаратирозидизм, гипофосфатемия, болезнь Педжета и др.);
- индивидуальная восприимчивость (изменения в соотношении между одонтобластами и одонтокластами в зависимости от гормонов и скорости метаболизма);
- групповая принадлежность зуба (резцы, дистальный корень 1-го нижнего моляра, 2-е премоляры).

Механизм развития патологической резорбции корня зуба состоит в повреждении предентина и/или прецементы под влиянием неблагоприятных факторов 1-го порядка. Это способствует адгезии резорбирующих клеток (одонтокластов) к наружной или внутренней поверхности корня в области повреждения. Функцию резорбирующих клеток регулируют как системные факторы (паратиреоидный гормон, 1,25-дигидрокси-витамин D₃, кальцитонин), так и цитокины (фактор, стимулирующий образование колоний макрофагов, интерлейкины (IL-1, IL-6, IL-11), фактор некроза опухоли (TNFα)).

Следует отметить, что патологическая резорбция прогрессирует при наличии постоянного раздражения резорбирующих клеток под действием неблагоприятных факторов 1-го порядка, а присутствие неблагоприятных факторов 2-го порядка усиливает процесс резорбции корня.

При гистологической картине патологической наружной резорбции вследствие воспаления определяют блюдце- или чашевидный рисунок резорбции в цементе и дентине с сопутствующим воспалением в прилегающей периодонтальной связке. Лакуны Хаушипа в ряде случаев заполнены одонтокластами, что свойственно для резорбции. Ярко выраженное воспаление в периодонтальной связке представляет собой клеточный инфильтрат, который включает плазматические клетки, лимфоциты и полиморфнонуклеарные лейкоциты в матриксе грануляционной ткани, характерным признаком которого является пролиферация капилляров в областях воспаления [8, 18].

На ранних стадиях патологической наружной резорбции в цервикальной ее части грануляционная (фиброваскулярная) ткань заполняет полость резорбции и лакуны на поверхности дефекта при отсутствии клеток острого воспаления со стороны

резорбции. На поздних стадиях в области резорбции наблюдают вторичную бактериальную колонизацию.

Полость резорбции продвигается в направлении системы корневого канала и обычно распространяется по окружности или в апикально-корональном направлении через корневой дентин без сообщения с корневым каналом. Узкие «канальцы» резорбции входят через дентин, а в некоторых случаях сообщаются с периодонтальной связкой. Так как предентин обеспечивает защиту от клеток резорбции, перфорация стенки корневого канала происходит только на позднем этапе. Вместе с тем ткани пульпы, близлежащей к области резорбции, имеют нормальное гистологическое строение до того момента, пока не произошла перфорация. По мере прогрессирования поражения в полости резорбции происходит отложение остеоподобной ткани.

При внутренней резорбции корня ткани пульпы заполнены воспалительным инфильтратом, состоящим преимущественно из лимфоцитов, макрофагов, нейтрофилов. Соединительная ткань пульпы менее васкуляризирована в сравнении со здоровой пульпой и напоминает соединительную ткань периодонтальной связки с относительно большим количеством клеток и волокон. Слои одонтобластов и предентина отсутствуют в области пораженных стенок дентина, где лакуны резорбции заполнены большими многоядерными одонтокластами, которые находятся в процессе активной резорбции. Прилежащая к зоне резорбции соединительная ткань содержит мононуклеарные клетки (предшественники одонтокластов). Стенка корневого канала в ряде случаев частично покрыта минерализованной тканью, подобной кости или цементу. Островки минерализованной ткани, заполняющие корневой канал, являются признаком внутренней заместительной (метапластической) резорбции. Отложение минерализованной ткани и наличие остеобластов свидетельствуют о завершении развития резорбции [1–5, 8].

Если раздражение (стимуляция) резорбирующих клеток недостаточно активное или непродолжительное, то патологическая резорбция носит транзиторный (временный) характер, при этом одновременно происходит регенерация тканей с образованием цементаподобной ткани как на внутренней, так и на наружной поверхности корня [1–4, 9].

В механизме развития внутренней резорбции корней выделяют цитокины, простагландины и повышение внутреннего давления в корневом канале зуба [8, 9].

Долгосрочная наружная воспалительная резорбция корня приводит к эндопериодонтиту с поражением тканей периодонта и некротическими изменениями в корневом канале зуба. Существует прямая корреляция между степенью развития периодонтальной болезни, изменениями в пульпе и резорбцией корня зуба. Резорбция корня зуба протекает бессимптомно. Однако есть случаи, когда она сопровождается периодонтальным абсцессом и глубокими периодонтальными карманами. Обычно резорбцию корня определяют с помощью рентгенодиагностики, которую проводят в разных плоскостях топографической зоны причинного зуба [2].

Процесс резорбции корня может быть ограниченным и протекать без жалоб и клинических проявлений. Сохраненная первоначальная травма или воспаление ведет к продолжению разрушения твердых тканей зуба [4, 5].

Диагноз может быть поставлен на основании клинической и рентгенографической картины. Окончательный диагноз подтверждается рентгенологическими



данными. Наиболее информативным методом обследования является конусно-лучевая компьютерная томография [11, 12].

Накоплено достаточно сведений о рентгенологических и клинических проявлениях патологической резорбции зуба у животных и человека, основанных на морфологических данных. Вместе с тем мнения ученых разнятся в вопросах, касающихся механизма развития и систематики этого патологического процесса. Существует ряд классификаций патологической резорбции корня зуба, в том числе МКБ-10, в которых приведены варианты локализации, происхождение и топографические особенности заболевания. Вместе с тем у клинициста возникают сложности в их использовании, что определяет актуальность изучения не только глубины поражения корня зуба, но и формы, топографии, течения, степени тяжести, локализации процесса и обуславливает необходимость анализа и обобщения материала по вопросам особенностей проявления и систематизации патологической резорбции корня зуба [2, 5, 6, 9, 10, 12, 14, 16, 19].

Патологическую резорбцию зуба в соответствии с МКБ-10 разделяют на 3 типа: K03.30 Внешняя (наружная) резорбция зуба; K03.31 Внутренняя резорбция (внутренняя гранулема пульпы); K03.39 Патологическая резорбция зуба неуточненная.

Несмотря на то что в Республике Беларусь врачи-стоматологи используют классификацию патологической резорбции зуба по МКБ-10, предназначенную для статистического учета и включающую только локализацию очага поражения, назрела необходимость в разработке и внедрении новой клинической классификации.

■ ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Разработать новую клиническую классификацию патологической резорбции зуба на основании анализа собственных клинических исследований в области диагностики и методов лечения патологической резорбции постоянных зубов.

■ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Разработана клиническая классификация патологической резорбции зуба на основании анализа собственных клинических наблюдений пациентов и данных зарубежной и отечественной литературы.

■ РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Собственные клинические наблюдения и обобщение результатов диагностики позволили установить ряд важных особенностей проявления патологической резорбции корня зуба:

- патологический процесс в области корня на ранних стадиях протекает бессимптомно;
- для возникновения патологической резорбции корня зуба необходимо наличие неблагоприятных факторов 1-го и 2-го порядка;
- патологическая резорбция может быть случайно диагностирована при лучевых методах исследования, так как ее клинические проявления слабо выражены;
- при прогрессировании процесса и значительном разрушении твердых тканей корня зуба возможны следующие клинические проявления: боль и дискомфорт

Классификация патологической резорбции зуба
Classification of pathological tooth resorption

Параметры классификации				
Течение: – прогрессирующая; – ремиссия; – рецидив; – преходящая	Форма: – наружная (K03.30); – внутренняя (K03.31)	Глубина поражения: – перфорирующая; – неперфорирующая	Локализация на поверхности корня: – цервикальная; – срединная; – апикальная	Распространенность: – локализованная; – генерализованная

в пораженном зубе, подвижность зуба, периапикальные и периодонтальные абсцессы, эндопериодонтит, окрашивание коронки зуба в розовый цвет;

- резорбция корня встречается значительно чаще в зубах с наличием заболевания периодонта, чем в зубах, периодонт которых не поврежден;
- патологическая резорбция корня зуба, развившаяся вследствие периодонтальной инфекции, локализуется, как правило, на латеральной поверхности корня или в области шейки зуба и сочетается с клиническими и рентгенологическими признаками воспалительно-деструктивного процесса в периодонте и с окклюзионной травмой;
- при локализации резорбции в апикальной области корня клинические рентгенологические признаки свидетельствуют об эндодонтической патологии – некрозе пульпы, апикальном периодонтите, некорректном эндодонтическом лечении;
- патологическая резорбция, возникшая после ортодонтического лечения, обычно локализуется в области апикальной трети корня без снижения плотности костной ткани в области альвеолярной кости, а также бывает транзиторной (временной);
- прогрессированию резорбции, развившейся вследствие механической травмы зуба, некорректных эндодонтических, периодонтологических, хирургических манипуляций, отбеливания, способствует наличие бактериальной инфекции в области поврежденных тканей корня [1–4].

В связи с вышеизложенным нами предложена классификация патологической резорбции зуба, которая включает следующие признаки: течение, форму, глубину поражения, локализацию на поверхности корня, распространенность (см. таблицу).

Течение: прогрессирующая, ремиссия, рецидив, преходящая резорбция.

Форма: наружная резорбция твердых тканей зуба (K03.30), внутренняя резорбция зуба (K03.31).

Глубина поражения: перфорирующая, неперфорирующая резорбция.

Локализация на поверхности корня: цервикальная, срединная, апикальная резорбция.

Распространенность: локализованная, генерализованная резорбция.

Признаки и критерии, определяющие различные виды патологической резорбции зуба

Прогрессирующая патологическая резорбция зуба – это убыль твердых тканей зуба с тенденцией к увеличению размеров резорбции (рис. 1).

Ремиссия патологической резорбции зуба – отсутствие прогрессирования резорбции зуба, которое подтверждается лучевыми методами диагностики.

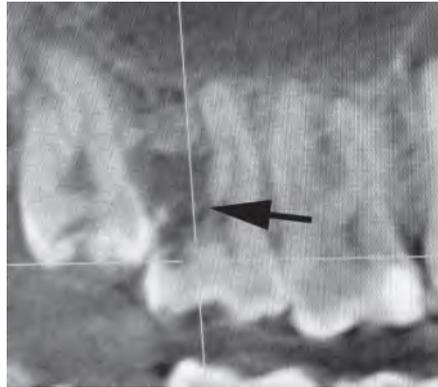


Рис. 1. Прогрессирующая наружная перфорирующая цервикальная локализованная патологическая резорбция зуба 1.7

Fig. 1. Progressive external perforating cervical localized subgingival pathologic resorption of tooth 1.7

Рецидив патологической резорбции зуба – возобновление прогрессирования резорбции после ремиссии.

Преходящая патологическая резорбция зуба – временный тип резорбции, при котором процесс разрушения сопровождается репарацией твердых тканей зуба. Такой тип резорбции свидетельствует о травме при неполном или латеральном вывихе зуба, некорректной ортодонтической нагрузке или постоянной окклюзионной травме. Обычно коронка зуба не изменена в цвете и термопроба свидетельствует о живой пульпе. При этом на рентгенограмме отмечают ограниченный участок просветления в области цемента корня зуба без снижения плотности костной ткани в области альвеолярной кости (рис. 2).

Наружная патологическая резорбция твердых тканей зуба (K03.30) – деструкция цемента и/или дентина наружной поверхности корня (рис. 3). Клинически наружная

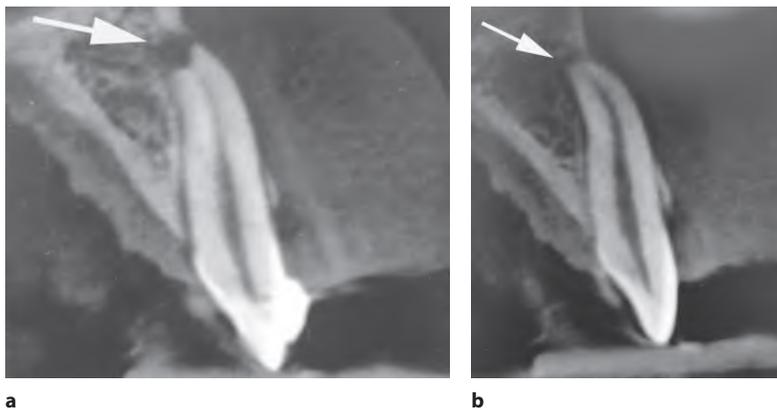


Рис. 2. Преходящая наружная неперфорирующая апикальная локализованная патологическая резорбция зуба 1.1 (а); КЛКТ, сагиттальный срез зуба 1.1 через 4 месяца после окончания ортодонтического лечения (б)

Fig. 2. Transient external non-perforating apical localized subgingival pathologic resorption of tooth 1.1 (a); CBCT, sagittal section of tooth 1.1 4 months after the end of orthodontic treatment (b)

воспалительная резорбция корня протекает бессимптомно, зубы выглядят неизменными, но при врастании васкуляризованной гранулематозной ткани в дефект коронковая часть зуба окрашивается в розовый цвет, прилежащая десна часто гипертрофирована и воспалена, возможно появление наружного отверстия свищевого хода. В большинстве случаев очаг резорбции не проникает в пульпарное пространство, несмотря на обширное разрушение структур зуба, поэтому жизнеспособность пульпы сохраняется, что отличает наружную резорбцию корня от внутренней.

Процесс обычно начинается через несколько недель после травматического повреждения и достаточно быстро прогрессирует. При пенетрации резорбирующих клеток в корневую дентин резорбция распространяется преимущественно по поверхности корня с выраженным защитным свойством преддентина. Однако со временем очаг резорбции достигает полости зуба, вызывая болевой синдром. При отсутствии лечения патологическая резорбция прогрессирует, что приводит к преждевременной утрате пораженного зуба.

Внутренняя патологическая резорбция зуба (K03.31) – повреждение внутрикорневого преддентина и дентина с распространением деструкции в цемент, чаще всего протекает без симптомов, а у 2% пациентов с данной патологией наблюдаются клинические признаки (рис. 4). Внутреннюю резорбцию обнаруживают в средней или апикальной трети корневого канала на рентгенограмме или по розовому цвету зуба. Пульпа может быть частично или полностью некротизирована. Если процесс некротизации пульпы протекает активно, то присутствуют симптомы пульпита. Отмечается некроз коронковой части пульпы при витальной корневой. При больших размерах резорбции происходит деструкция наружной поверхности стенки корня, пациент при этом жалуется на боли при накусывании на зуб, болезненность слизистой альвеолярного отростка в области причинного зуба при пальпации, а также отмечает появление свища.

При значительном разрушении дентина в коронковой части зуба нередко наблюдают розовое пятно. Розовый оттенок связан с васкуляризацией грануляционной ткани, заполняющей полость зуба. Следует отметить, что при некротизированной пульпе розовый переходит в серый или темно-серый оттенок.

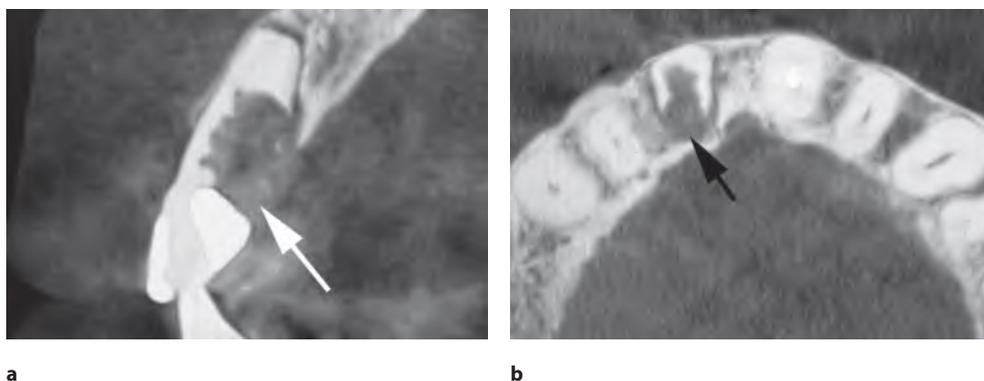


Рис. 3. Прогрессирующая наружная перфорирующая срединная локализованная патологическая резорбция зуба 1.1 (a, b)

Fig. 3. Progressive external perforating medial localized combined pathological resorption of tooth 1.1 (a, b)

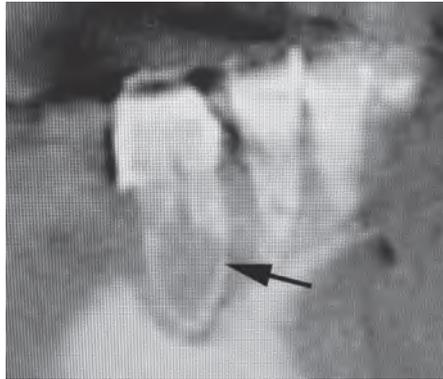


Рис. 4. Прогрессирующая внутренняя перфорирующая срединная локализованная патологическая резорбция зуба 4.3. Локализованный сложный эндопериодонтит зуба 4.3
Fig. 4. Progressive internal non-perforating medial localized subgingival pathologic tooth resorption 4.3

Прогрессирующая резорбция приводит к перфорации корня и вследствие этого к повреждению периодонта с клиническими проявлениями эндопериодонтита.

Перфорирующая патологическая резорбция зуба – сквозной дефект стенки корня или корневого канала, образовавшийся вследствие прогрессирования резорбтивного процесса (рис. 5).

Неперфорирующая патологическая резорбция зуба – резорбция без образования сквозного дефекта стенки корня или корневого канала (рис. 6).

Цервикальная патологическая резорбция зуба – резорбтивный процесс твердых тканей зуба, который начинается в области шейки зуба с последующим распространением вдоль поверхности корня и вглубь твердых тканей. Возникает в

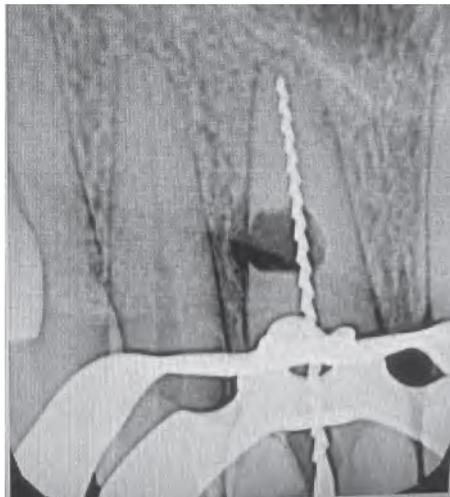


Рис. 5. Прогрессирующая внутренняя перфорирующая срединная локализованная патологическая резорбция зуба 1.1
Fig. 5. Progressive internal non-perforating medial localized subgingival pathologic resorption of tooth 1.1

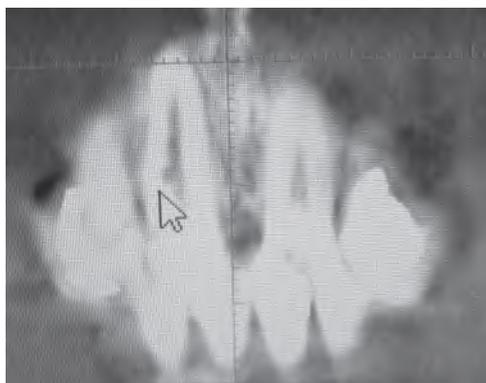


Рис. 6. Прогрессирующая внутренняя неперфорирующая срединная локализованная патологическая резорбция зуба 1.1
Fig. 6. Progressive internal non-perforating medial localized sub-gingival pathological resorption of tooth 1.1

случае механического или химического повреждения эпителиального прикрепления и участка корня под ним. Может быть следствием травмы зуба, эндодонтического лечения, обработки и полировки корня зуба, бруксизма, хирургических или ортодонтических мероприятий, внутрикоронкового отбеливания. Протекает бессимптомно до момента присоединения периодонтальной и пульпарной инфекции. При глубоком дефекте возникает температурная чувствительность, стенки полости твердые, определяется кровоточивость десны при зондировании. При врастании гранулематозной ткани в дефект часть коронки окрашивается в розовый цвет, определяется воспаление тканей периодонта. Рентгенологически определяется как одиночный дефект в пришеечной части корня, не распространяющийся в корневого канал (рис. 7, 8).

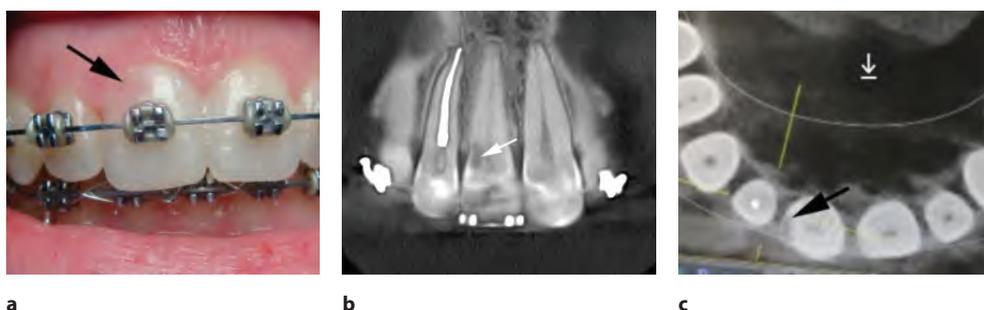


Рис. 7. Прогрессирующая наружная неперфорирующая цервикальная локализованная патологическая резорбция зуба: а – розовое пятно в пришеечной области зуба 1.1; б – КЛКТ, фронтальный срез, стрелкой показан очаг деструкции в цервикальной области корня; с – КЛКТ, горизонтальный срез, очаг деструкции цемента и дентина
Fig. 7. Progressive external non-perforating cervical localized combined pathological tooth resorption: а – pink spot in the cervical region of tooth 1.1; б – CBCT, frontal section, arrow shows the focus of destruction in the cervical region of the root; с – CBCT, horizontal section, focus of destruction of cementum and dentin

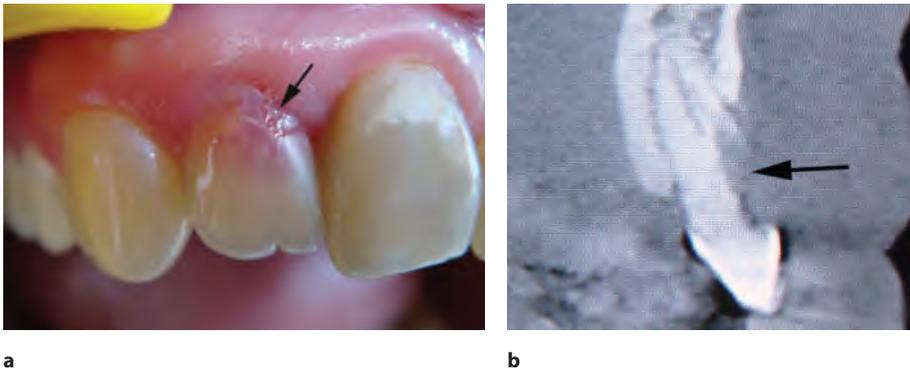


Рис. 8. Прогрессирующая наружная перфорирующая цервикальная локализованная патологическая резорбция зуба 1.2: а – клиническая картина; б – КЛКТ, сагиттальный срез
Fig. 8. Progressive external perforating cervical localized pathological resorption of tooth 1.2: а – clinical picture; б – CBCT, sagittal section

Срединная патологическая резорбция зуба – резорбтивный процесс твердых тканей зуба, который начинается и распространяется в средней части корня зуба. Процесс сопровождается обширной деструкцией тканей корня и нарушением функцией зуба. На рентгенограмме определяется асимметричный, изъеденный очаг деструкции на поверхности корня, контуры корневого канала четкие, накладываются на очертания дефекта (рис. 9).

Апикальная патологическая резорбция зуба – резорбтивный процесс твердых тканей зуба, локализующийся в апикальной трети корня. Возникает после травмы, ортодонтического лечения, в зубах с некрозом пульпы и апикальным периодонтитом. Рентгенологически выявляются деструкция зоны периодонтальной связки, разрушение верхушки корня и прилегающей кости (рис. 10).

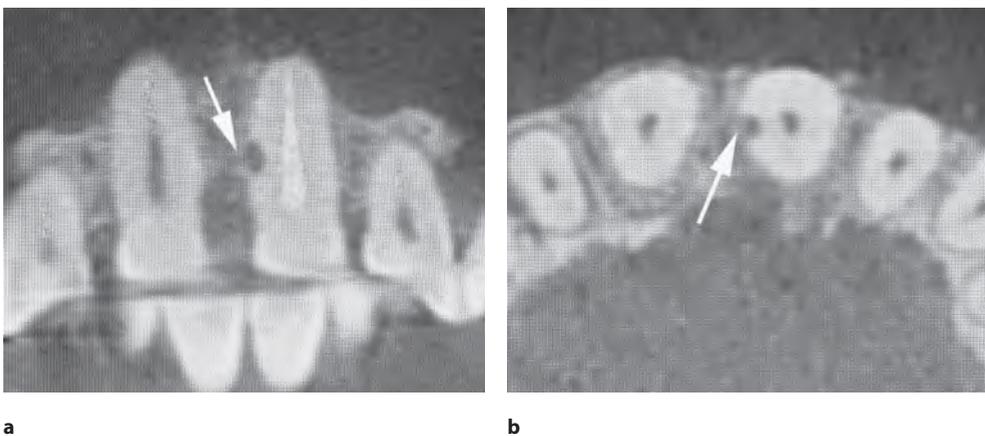


Рис. 9. Прогрессирующая наружная неперфорирующая срединная (латеральная) локализованная патологическая резорбция зуба 2.1 (а, б)
Fig. 9. Progressive external non-perforating medial (lateral) localized pathologic resorption of tooth 2.1 (a, b)



Рис. 10. Прогрессирующая внутренняя неперфорирующая апикальная локализованная патологическая резорбция зуба: КЛКТ, фронтальный срез зуба 2.1, в апикальной части корневого канала отсутствует пломбирочный материал и обнаружен участок внутриканальной резорбции
Fig. 10. Progressive internal non-perforating apical localized pathological resorption of tooth: CBCT, frontal section of tooth 2.1, there is no filling material in the apical part of the root canal and an area of intracanalicular resorption is detected



Рис. 11. Прогрессирующая внутренняя неперфорирующая срединная генерализованная патологическая резорбция зубов 1.1 и 2.2. Прогрессирующая внутренняя цервикальная генерализованная перфорирующая поддесневая патологическая резорбция зуба 4.4
Fig. 11. Progressive internal non-perforating medial generalized pathological resorption of teeth 1.1 and 2.2. Progressive internal cervical generalized perforating subgingival pathological resorption of tooth 4.4

Локализованная патологическая резорбция зуба – процесс резорбции в области одного зуба.

Генерализованная патологическая резорбция зуба – процесс резорбции в области более чем одного зуба (рис. 11).

■ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обобщение итогов собственных клинических наблюдений в диагностике и лечении патологической резорбции корня зуба установило ряд важных механизмов ее проявления. Хорошие результаты лечебно-диагностических мероприятий в 98% случаев определили целесообразность включения разработанной классификации в клинический протокол патологической резорбции зуба.

■ ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Dedova L.N., et al. (2016) *Therapeutic dentistry. Periodontal diseases: a tutorial*. Minsk: Ecoperspektiva.
2. Dedova L.N., Kandrukevich O.V. Pathological resorption of the tooth root: clinical presentation, diagnostics, treatment. *Dentist*. 2016;4:60–70.
3. Novak N.V., Lopatin O.A. Etiology and pathogenesis of the development of pathological external root resorption. *Dental Journal*. 2023;XXIV(3):120–127.
4. Lopatin O.A., Novak N.V. Etiology and pathogenesis of the development of pathological internal root resorption. *Dental Journal*. 2023;XXIV(3):145–149.
5. Abbott P.V., Lin S. Tooth resorption – Part 2: A clinical classification. *Dental Traumatology*. 2022;38:267–285.
6. Aidos H., Diogo P., Santos J.M. Root resorption classifications: a narrative review and a clinical aid proposal for routine assessment. *Eur Endod J*. 2018;3:134–145.
7. Brezniak N., Wasserstein A. Orthodontitis: the inflammation behind tooth movement and orthodontic root resorption. In: Shroff B. (ed.) (2016) *Biology of orthodontic tooth movement: current concepts and applications in orthodontic practice*. Switzerland: Springer International Publishing. Pp. 67–101.
8. Cohen S., Hargreaves K. (2006) *Pathways of the pulp, 9th*. Elsevier, Mosby.
9. Fuss Z., Tsesis I., Lin S. Root resorption – diagnosis, classification and treatment choices based on stimulation factors. *Dent Traumatol*. 2003;19(4):175–182.
10. Goodell K.B., Mines P., Kersten D.D. Impact of cone-beam computed tomography on treatment planning for external cervical resorption and a novel axial slice-based classification system. *J Endod*. 2018;44:239–44.
11. Heithersay G.S. Invasive cervical resorption: an analysis of potential predisposing factors. *Quintessence Int*. 1999;30:83–95.
12. Jebriil A., Aljamani S., Jarad F. The surgical management of external cervical resorption: a retrospective observational study of treatment outcomes and classifications. *J Endod*. 2020;46:778–85.
13. Makedonas D., Lund H., Grondahl K., et al. Root resorption diagnosed with cone beam computed tomography after 6 months of orthodontic treatment with fixed appliance and the relation to risk factors. *Angle Orthodontist*. 2012;82:196–201.
14. Matny L.E., Ruparel N.B., Levin M.D., et al. A volumetric assessment of external cervical resorption cases and its correlation to classification, treatment planning, and expected prognosis. *J Endod*. 2020;46:1052–8.
15. Patel S., Saberi N. The ins and outs of root resorption. *Br Dent J*. 2018; 224(9):691–699.
16. Sak M., Radecka M., Karpiński T., et al. Tooth root resorption: etiopathogenesis and classification. *MicroMedicine*. 2016;4(1):21–31.
17. Trope M. Root resorption due to dental trauma. *Endodontic Topics*. 2002;1(1):79–100.
18. Tronstad L. Root resorption-etiology, terminology and clinical manifestations. *Endod Dent Traumatol*. 1988;4:241–252.
19. Trope M. Root resorption of dental and traumatic origin: classification based on etiology. *Practical Periodontics and Aesthetic Dentistry*. 1998;10:515–522.