

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

**ГУ «РЕСПУБЛИКАНСКИЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР
РАДИАЦИОННОЙ МЕДИЦИНЫ И ЭКОЛОГИИ ЧЕЛОВЕКА»**

И.В. ЛЬВОВИЧ

**СОВРЕМЕННЫЕ ПРИНЦИПЫ
ЭНДОДОНТИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ЗУБОВ**

Практическое пособие для врачей



ГУ «РНПЦ РМиЭЧ», 2024

УДК 616.314.163-08(075.8)

Составители:

И.В. Львович, врач-стоматолог-терапевт ГУ «Республиканский научно-практический центр радиационной медицины и экологии человека»

Рецензенты:

О.К. Супруновская, главный врач ГУЗ «Гомельская центральная городская стоматологическая поликлиника»

С.С. Хведченя, врач-стоматолог-терапевт (заведующий) 2-го лечебно-профилактического отделения ГУЗ «Гомельская центральная городская стоматологическая поликлиника»

П.В. Гончарик, врач-стоматолог-терапевт, заведующий стоматологического отделения ГУ «РНПЦ РМ и ЭЧ»

И.В. Львович, Современные принципы эндодонтического лечения / И.В. Львович –Гомель: ГУ «РНПЦ РМиЭЧ», 2024. –36 с.

В пособии освещены основные этапы эндодонтического лечения зубов, особое внимание уделено инструментальной обработке корневых каналов зубов, представлены все поколения вращающихся систем для машинной обработки каналов, а также отмечены возможные осложнения во время эндодонтического лечения. Пособие предназначено для врачей-стоматологов, врачей-стоматологов-терапевтов, врачей общей практики, клинических ординаторов и интернов по вышеуказанным специальностям, а также студентов старших курсов.

Рекомендовано к изданию на заседании Ученого совета ГУ «РНПЦ РМиЭЧ» протокол № 12. от 26.11.2024г

УДК 616.314.163-08(075.8)

©Составитель: Львович И.В.

© ГУ «РНПЦ РМиЭЧ», 2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. АНАТОМИЯ ЗУБА И КОРНЕВЫХ КАНАЛОВ.....	5
2. ЭТАПЫ ЭНДОДОНТИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ.....	9
3. ПОДГОТОВКА ЗУБА К ЭНДОДОНТИЧЕСКОМУ ЛЕЧЕНИЮ.....	10
4. ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ ОБРАБОТКА КОРНЕВЫХ КАНАЛОВ.....	12
4.1 Обнаружение и расширение устьев корневых каналов.....	12
4.2 Первичная навигация корневого канала.....	12
4.3 Определение рабочей длины корневого канала.....	13
4.4 Прохождение корневого канала (создание «ковровой дорожки»)...	15
4.5 Формирование корневого канала.....	16
4.5.1 Методы формирования корневых каналов.....	17
4.5.2 Инструменты для формирования корневых каналов.....	19
4.6 Апикальная калибровка, подбор мастер-штифта или obturатора...	23
5. ОБТУРАЦИЯ СИСТЕМЫ КОРНЕВЫХ КАНАЛОВ.....	24
5.1 Методы пломбирования системы корневых каналов.....	25
6. ПОСТЭНДОДОНТИЧЕСКОЕ ВОССТАНОВЛЕНИЕ.....	27
7. ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ЭНДОДОНТИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ.....	29
8. СЛОЖНОСТИ И ПРОБЛЕМЫ В ЭНДОДОНТИИ.....	31
9. НОВЕЙШИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭНДОДОНТИЧЕСКОМ ЛЕЧЕНИИ.....	33
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	34
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	35

ВВЕДЕНИЕ

В практической стоматологии совершенно чётко наметилась тенденция к выделению в самостоятельный раздел эндодонтии — крупного подраздела стоматологии, имеющего свои сформированные цели и задачи. *Эндодонтия* — область стоматологии, изучающая строение и функции полости зуба (эндодонта), методику и технику одонто-хирургического вмешательства внутри зуба с целью его сохранения с последующим восстановлением формы и функции терапевтическими и ортопедическими методами. Целью эндодонтического лечения является продолжительное сохранение зуба как функциональной единицы жевательного аппарата, восстановление здоровья периапикальных тканей и предупреждение аутоинфекции и сенсibilизации организма. Это достигается последовательным выполнением задач в процессе эндодонтического лечения:

1. Очистка и дезинфекция корневого канала для удаления тканей пульпы, микроорганизмов и продуктов их жизнедеятельности.
2. Препарирование корневого канала с механическим иссечением инфицированного дентина.
3. Трёхмерная obturation системы корневого канала и создание биологического барьера для предотвращения реинфицирования.

Сфера деятельности эндодонтии включает:

- дифференциальную диагностику и лечение орофациальной боли пульпарного или перирадикулярного происхождения;
- профилактику заболеваний пульпы и терапию живой пульпы;
- экстирпацию пульпы и лечение корневых каналов при пульпите;
- лечение корневых каналов при апикальном периодонтите;
- перелечивание (корневых каналов) при периодонтите, возникшем вследствие предыдущего неудачного лечения;
- хирургическую эндодонтию;
- отбеливание депульпированных зубов;

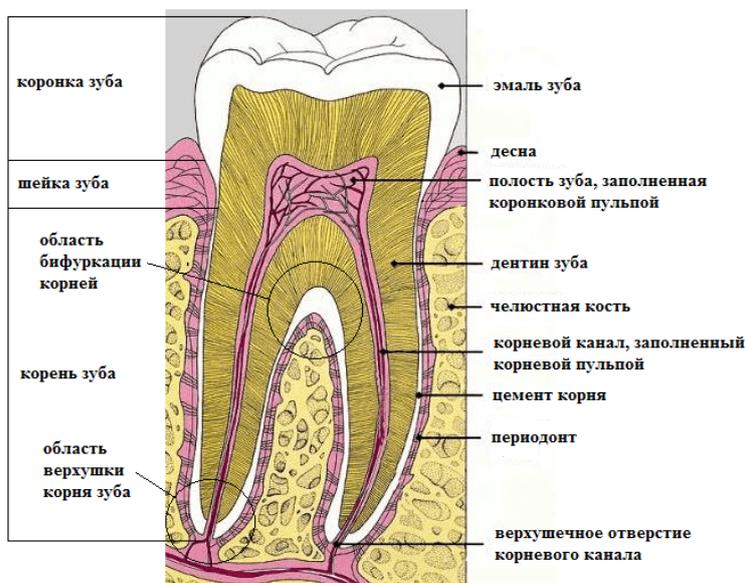
- лечебные процедуры, связанные с восстановлением коронковой части зуба с помощью штифтовых конструкций, затрагивающие пространство корневого канала и/или требующие соответствующих эндодонтических мер в связи с удлинением высоты коронковой части;

- лечение травмированных зубов.

Эндодонтия является одним из самых сложных разделов терапевтической стоматологии. Значительные трудности эндодонтического лечения обусловлены многообразием нозологических форм заболеваний пульпы и апикального периодонта, сложностью и вариабельностью анатомии системы корневых каналов, множеством подходов к инструментальной и медикаментозной обработке корневых каналов и методик постэндодонтического восстановления зуба.

Правильное планирование эндодонтического лечения, тщательное соблюдение его основных принципов, своевременное и эффективное восстановление анатомической целостности зуба — факторы, во многом определяющие успех лечения болезней пульпы и апикального периодонта.

АНАТОМИЯ ЗУБА И КОРНЕВЫХ КАНАЛОВ



Лечение корневых каналов требует от стоматолога не только хороших мануальных навыков, но и чёткого понимания анатомии зуба и корневых каналов. Многие проблемы, возникающие во время эндодонтического

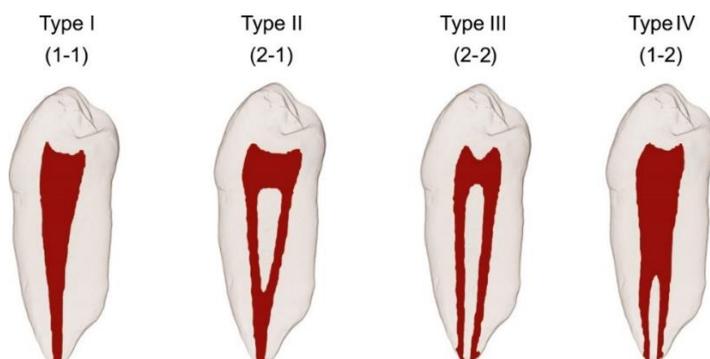
лечения, связаны с недостаточным знанием анатомо-морфологических особенностей корневых каналов.

Внутри зуба располагается полость, в которой различают коронковую и корневую части (корневой канал). Корневой канал делится на коронковую, среднюю и верхушечную (апикальную) трети. Его часть, выходящая в коронковую полость, называется устье корневого канала. Отверстие, через которое полость зуба сообщается с периодонтом, называется верхушечным апикальным отверстием.

В апикальной трети наблюдаются различные варианты строения канала: его сужение, верхушечный изгиб, разветвление (рамыфикация), слияние нескольких каналов в одно верхушечное отверстие. Важно отметить, что, кроме основных корневых каналов, существуют дополнительные — латеральные. Они встречаются очень часто, примерно в 50 % случаев, и могут находиться в различных группах зубов, в любой части корня и на разном уровне каналов. Но чаще всего они встречаются в апикальной трети корня — как раз в той части, где особенно сложно произвести все эндодонтические манипуляции.

Планируя проведение эндодонтического лечения, стоматологу следует помнить о, как минимум, 4-х типах анатомии корневого канала (Weine, 1976):

- тип I → один канал с одним устьем и одним апикальным отверстием (1-1);
- тип II → два канала, которые сливаются в один, одно апикальное отверстие (2-1);
- тип III → два отдельных канала, два устья, два апикальных отверстия (2-2);
- тип IV → один канал, который делится на два, одно устье, два апикальных отверстия (1-2)



В 1984 году Vertucci расширил классификацию корневых каналов. А с внедрением в эндодонтическую практику конусно-лучевой компьютерной томографии получены новые данные по строению корневых каналов, и система классификации корневых каналов была дополнена новыми анатомическими конфигурациями.

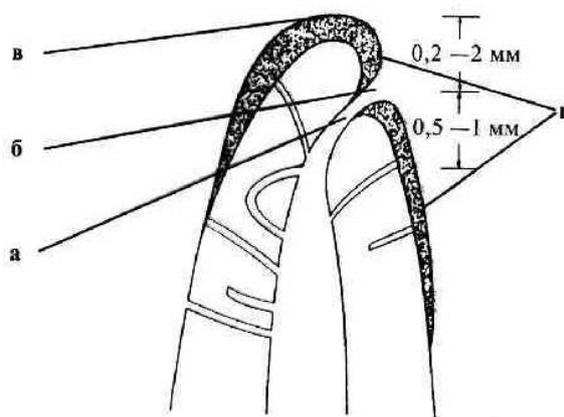
Vertucci 1984																
Type 1		Type 2		Type 3		Type 4		Type 5		Type 6		Type 7		Type 8		
1-1		2-1		1-2-1		2-2		1-2		2-1-2		1-2-1-2		3-3		
																
Kartal & Cimilli 1997		Gulavibala et al. 2001							Sert et al. 2004		Peiris et al. 2007		Al-Qudah & Awawdeh 2009			
Type 2a	Type 2b	Type 9	Type 10	Type 11	Type 12	Type 13	Type 14	Type 15	Type 16	Type 17	Type 18	Type 19	Type 20	Type 21	Type 22	Type 23
2-1	2-1	3-1	2-1-2-1	4-2	3-2	2-3	4-4	5-4	1-3	1-2-3-2	1-2-3	3-1-2	2-3-1	2-3-2	3-2-1	3-2-3
																

Наибольшие затруднения у эндодонтистов возникают при лечении верхних первых моляров. Ни один другой зуб не вызвал такое количество исследований и разногласий по поводу дополнительного канала в переднем щечном корне. Некоторые исследователи полагают, что он имеется в 70% случаев. В нижних молярах в дистальном корне часто обнаруживается два канала. При поиске устьев корневых каналов необходимо тщательным образом зондировать все дно полости зуба, предполагая наличие добавочного корневого канала. Если дополнительный канал остается не найденным и имеет собственное вершечное отверстие, возникает риск деструктивных процессов в периодонте даже при качественной обработке и obturации основных корневых каналов.

Говоря об апикальном отверстии, необходимо различать анатомический апекс, рентгенологический и физиологический:

- анатомическая верхушка — это место фактического выхода корневого канала на поверхности корня;
- рентгенологическая — это верхушка корня, которую мы видим на рентгенограмме;
- физиологическая верхушка — это место гистологического перехода тканей пульпы в периодонт. Характеризуется сужением хода корневого канала в этой области. Здесь также находится дентино-цементная граница.

Расстояние между рентгенологической и физиологической верхушкой составляет от 0,5 до 3 мм.



Строение верхушки зуба (схема):
а — апикальное сужение (физиологическая верхушка);
б — анатомическое отверстие (анатомическая верхушка);
в — рентгенологическая верхушка корня;

Считается, что между физиологическим и анатомическим отверстием находится пульпопериодонтальная ткань, которая обладает репаративными способностями. Её клетки, цементобласты и одонтобласты, способны продуцировать цемент и дентин, образуя биологическую пломбу, — барьер, который предупреждает распространение инфекции на окружающие ткани.

Важность понимания анатомии зуба при эндодонтическом лечении не может быть переоценена. Это помогает врачу оценить сложность случая, определить наилучший план лечения и предвидеть возможные трудности.

ЭТАПЫ ЭНДОДОНТИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ

Современная концепция эндодонтического лечения заключается в устранении инфекции из корневого канала, лечебном воздействии на очаги периапикального поражения для восстановления целостности периодонтального тканевого барьера и предупреждения микробной инвазии. Последовательность выполнения этих задач включает несколько ключевых этапов эндодонтического лечения:

1 этап – Подготовка зуба к эндодонтическому лечению

1.1 Диагностика

1.2 Обезболивание

1.3 Обеспечение асептики и безопасности работы (наложение коффердама либо раббердама)

1.4 Создание доступа к корневым каналам

1.5 Обеспечение видения

2 этап – Инструментальная обработка корневых каналов

2.1 Обнаружение и расширение устьев корневых каналов

2.2 Первичная навигация корневого канала

2.3 Определение рабочей длины корневого канала

2.4 Прохождение корневого канала (создание «ковровой дорожки»)

2.5 Формирование корневого канала

2.6 Апикальная калибровка, подбор мастер-штифта или obturатора

3 этап – Обтурация системы корневых каналов

4 этап – Оценка результатов эндодонтического лечения

5 этап – Постэндодонтическое восстановление



ПОДГОТОВКА ЗУБА К ЭНДОДОНТИЧЕСКОМУ ЛЕЧЕНИЮ

При подготовке зуба к эндодонтическому лечению на этапе **диагностики** врач-стоматолог проводит тщательный осмотр, определяет жизнеспособность пульпы по данным термотестов или электроодонтометрии, анализирует рентгеновский снимок, оценивая анатомические особенности зуба, в том числе радиус кривизны корневого канала, и патологические изменения окружающих тканей. Современным методом рентгенологического исследования на этапе планирования эндодонтического лечения является денальная компьютерная томография, имеющая следующие преимущества:

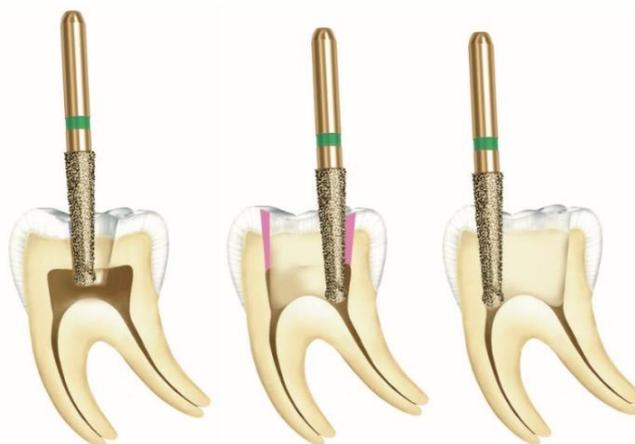
- высокая информативность полученного изображения (количество и форма корневых каналов, анатомическое расположение апикального отверстия, наличие дельтовидных ответвлений, воспалительных изменений в апикальном периодонте, качество пломбирования корневых каналов);
- возможность точного измерения анатомических структур;
- возможность изучить любой элемент ЧЛО на любом срезе.

Перед началом лечения при необходимости применяется **местная анестезия** для обеспечения комфорта пациента во время процедуры.

Все манипуляции в процессе эндодонтического лечения следует проводить только тогда, когда зуб **изолирован коффердамом**: для предотвращения попадания слюны и бактерий в операционное поле, профилактики вдыхания и проглатывания инструментов и предотвращения попадания ирригационных растворов в ротовую полость. Подвергаемый лечению зуб и коффердам следует продезинфицировать перед вскрытием пульпарной камеры.



После обезболивания и изоляции зуба врач приступает к препарированию кариозной полости и полости зуба с целью создания адекватного **эндодонтического доступа**. Для этого необходимо удалить крышу пульпарной камеры, так чтобы она могла быть очищена и получена хорошая видимость устьев корневых каналов и эндодонтические инструменты вводились в каналы без излишнего изгиба, обеспечить достаточную ретенцию для временной реставрации и сохранить по возможности максимум здоровых тканей зуба.



Под термином «**обеспечение видения**» в эндодонтии принято понимать адекватное освещение и увеличение на рабочем поле. В настоящее время под обеспечением видения подразумевается использование бинокулярных луп и эндодонтического микроскопа.



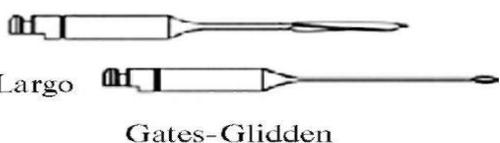
ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ ОБРАБОТКА КОРНЕВЫХ КАНАЛОВ

Обнаружение и расширение устьев корневых каналов

Для обнаружения устьев корневых каналов, следует помнить особенности анатомии каждого зуба. Устья основных каналов расположены, как правило в углах пульповой камеры в месте перехода ее стенок в дно. В верхних молярах устье второго щечного медиального канала следует искать на середине линии, проведенной между небным и медиальным щечным каналом. В нижних молярах для обнаружения каналов в медиальном корне надо провести линию через центр коронки и дистальный корневой канал в медио-дистальном направлении, медиальные каналы будут находится на одинаковом расстоянии от этой линии перпендикулярно к ней.

Корневые каналы, как правило, имеют выраженную кривизну. Для создания прямолинейного доступа и удобства в прохождении канала необходимо расширить и сформировать устья корневых каналов в виде воронкообразного углубления с помощью инструментов Protaper SX (Dentsply), Largo, Gates Glidden.

Это позволит уменьшить угол корневого канала и значительно снизить вероятность поломки инструментов в канале.



Первичная навигация корневого канала

Сбор первичной информации о внутренней анатомии корневого канала (скаутинг) осуществляется с помощью ручных стальных K-файлов или K-примеров 006/.02, 008/.02, 010/.02. На этапе прохождения корневого канала инструменты небольшого диаметра работают в технике «сбалансированной силы» совместно с эндолубрикантом.

Определение рабочей длины корневого канала

Перед началом расширения корневого канала необходимо определить его рабочую длину. Рабочей длиной корневого канала является расстояние от наиболее выступающей части зуба (произвольной контрольной точки) до физиологической верхушки (апикальной констрикции). Расположение апикальной констрикции обычно варьируется между 0,5 и 2 мм от рентгенологической верхушки.

Рекомендуемые методы – рентгенографический и электронный (апекслокация).

Метод апекслокации основывается на постоянстве электрического сопротивления тканей. Так как твердые ткани зуба обладают более высоким сопротивлением, чем слизистая оболочка полости рта и ткани периодонта, то электрическая цепь между электродами, размещенными на губе и в канале, остается не замкнутой до момента достижения файлом тканей периодонта. Импеданс имеет наименьшее значение в области апикальной констрикции и наибольшее в области большого апикального отверстия. Таким образом, все современные апекслокаторы измеряют именно эту точку падения сопротивления.



При использовании рентгенологического метода определения рабочей длины инструмент должен быть оснащён индикатором длины определённой формы и иметь достаточный размер, чтобы его конец чётко идентифицировался на рентгенограмме. Потом делается рентгенограмма, которая должна показывать инструмент и вершущку с минимальным искажением. Рентгеновский снимок позволяет определить степень прохождения корневого канала, направление движения инструмента, рабочую длину, наличие перфорации или перелома корня.



Рабочая длина считается установленной, если инструмент не доходит до рентгенологической вершущки до 0,5-2 мм и по данным апекслокатора. После определения рабочей длины все манипуляции в канале выполняются в пределах рабочей длины, чтобы максимально сохранить пульпо-периодонтальное соединение, находящееся за физиологическим сужением.

В обязательном порядке врач должен иметь эндодонтическую линейку для измерения и фиксации рабочей длины.

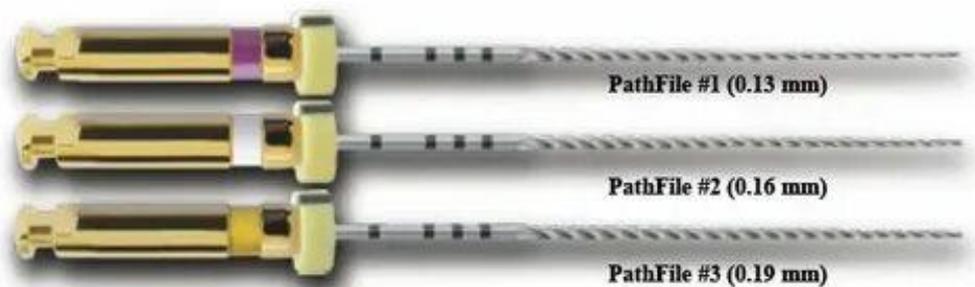


Прохождение корневого канала (создание «ковровой дорожки»)

После прохождения канала на всю длину К-файлом 010/.02 создается так называемая «ковровая дорожка». С этой целью используются ротационные нитиноловые инструменты небольшого диаметра и конусности совместно с раствором гипохлорита натрия. Инструменты для предварительного расширения корневого канала изготовлены из никель-титанового сплава (Ni-Ti сплав) и характеризуются высокой гибкостью, прочностью и устойчивостью к циклическим нагрузкам. U-образная форма граней и закругленные края исключают возможность самонарезания и заклинивания инструмента в канале. Пассивная вертушка инструмента удерживает его в направлении канала даже в местах наибольшего изгиба, что значительно уменьшает вероятность перфорации и создание уступов.

Стоматологический рынок предлагает различные варианты ротационных систем для предварительного расширения корневого канала:

Path File →

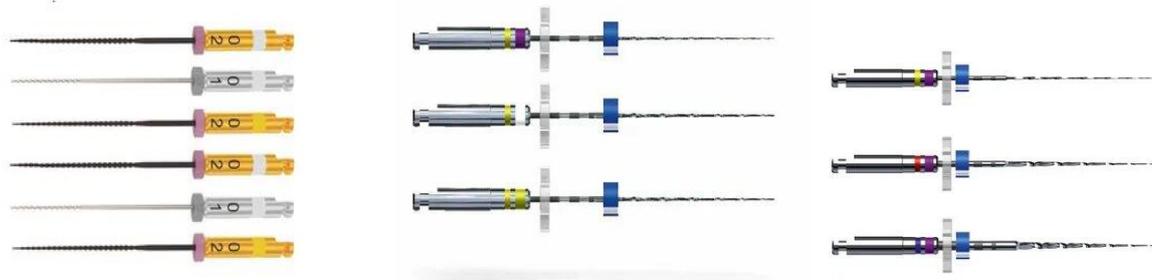


ProGlider →



HyFlex GPF (Glide Path Files) → Scout Race →

Race ISO 10 →



Все они рекомендованы для быстрого и безопасного прохождения в том числе сильно искривленных и (или) облитерированных корневых каналов.

Формирование корневого канала

Формирование корневого канала – важный этап эндодонтического лечения, во многом определяющий возможность тщательной дезинфекции и герметичной obturation корневой системы. При выполнении этого этапа должны быть выполнены следующие условия: препарированный канал должен повторять исходную форму, апикальная констрикция должна быть сохранена, канал должен заканчиваться апикальным сужением и должен быть конической формы от коронковой части зуба до апекса. Если верхушка зуба не сформирована или открыта в результате резорбции, то формирование канала должно заканчиваться на 2 мм от апикального отверстия.

Препарирование следует проводить с обильной ирригацией. Задачи промывания: устранить микроорганизмы, удалить остатки пульпы, смыть опилки, обеспечить лубрикацию эндодонтических инструментов и растворить органические остатки. По возможности ирриганты должны обладать дезинфицирующими и растворяющими органику свойствами и в то же время не раздражать околокорневые ткани. Препаратами выбора для медикаментозной обработки корневых каналов являются растворы 3% гипохлорита натрия и 2% хлоргексидина биглюконата. Растворы для промывания должны вводиться внутрь канала в больших количествах на максимально возможную глубину без риска выхода за пределы апикального отверстия. Это может быть сделано с помощью эндодонтического шприца,

обеспечивающего свободное вытекание раствора в полость пульпы, без лишнего давления. Особенность эндодонтического шприца состоит в игле, которая помимо небольшого диаметра обладает хорошей гибкостью и имеет плоский срез на боковой поверхности, что обеспечивает доступ почти на всю длину канала после его расширения. Ирриганты могут также вводиться в канал с помощью звуковых (EndoActivator) и ультразвуковых систем.

Методы формирования корневых каналов

На сегодняшний день различают следующие основные методы инструментальной обработки корневых каналов:

1. Стандартизированная техника
2. Step-Back техника
3. Crown-Down техника
4. Balanced-forced technique preparation (техника сбалансированной силы)

Стандартизированная техника предусматривает последовательное использование ручных инструментов, кодировка основных параметров которых согласована со стандартом ISO 3630: форма, профиль, длина, размер, максимальные производственные допуски и требования к механической прочности, цветовое кодирование и кодирование символами для идентификации типа инструмента, международная система нумерации.

Ручными инструментами можно работать и в технике Step-Back – снизу вверх, от меньшего размера к большему, и в технике Crown-Down – от устья к верхушке, от большего размера к меньшему.

Техника сбалансированной силы начинается с препарирования верхней и средней трети канала машинными инструментами типа Largo и Peeso Reamer. В апикальной трети каналы обрабатываются вращающимися файлами, а при необходимости ручными инструментами реципрокными движениями: инструмент вводится в корневой канал до упора, поворачивается на 45° по часовой стрелке, а потом с усилием поворачивается против часовой стрелки.

Появление машинных никель-титановых инструментов открыло новые возможности данных методов. Так, инструментальная обработка каналов машинными никель-титановыми инструментами практически всегда выполняется техникой Crown Down. А на основе техники сбалансированной силы появились инструменты с реципрокным движением файла.

Для препарирования каналов разработано множество систем вращаемых никель-титановых инструментов. Чтобы обеспечить эффективность и безопасность вращения никель-титановых файлов в канале, необходимо создать определенные условия этого вращения. Для эффективной обработки канала, а также для предотвращения поломки инструмента в процессе работы, необходимо знать и учитывать, что каждый никель-титановый инструмент обладает определенными прочностными характеристиками, важнейшими из которых являются предельное значение крутящего момента (торка) и оптимальная скорость вращения. Момент вращения или усилие вращения измеряется в ньютон/см (Япония) или г/см (Германия) ($1 \text{ н/см} = 100 \text{ г/см}$), или условными единицами от 1-100. В зависимости от типа файла, максимальный крутящий момент лежит в пределах от от 0,3 Н/см до 5 Н/см (от 30 до 500 г/см), а скорость вращения – в пределах 150-800 об/мин. Более точные данные об этих параметрах обычно приводятся в сопроводительной документации либо фирмы-изготовителя инструмента, либо фирмы-изготовителя эндомоторов.

Специальные эндонаконечники и эндомоторы обеспечивают постоянную оптимальную скорость вращения файлов при достаточной силе вращающего момента и прекращают это вращение в случае превышения момента, то есть усилия, оказываемого инструментом на стенки канала. В случае использования специальных эндомоторов врачу нет необходимости запоминать численные значения этих параметров – слежение за моментом и поддержание рекомендованных оборотов берет на себя электроника самого эндомотора.



Длительность цикла непрерывного использования инструмента в канале не должна превышать 10 секунд. Недопустимо приводить в движение уже застрявший в канале файл, так как это легко может вызвать его поломку. До и после использования инструмента необходимо проводить оптический контроль (с помощью бинокулярной лупы) деформирования инструментов

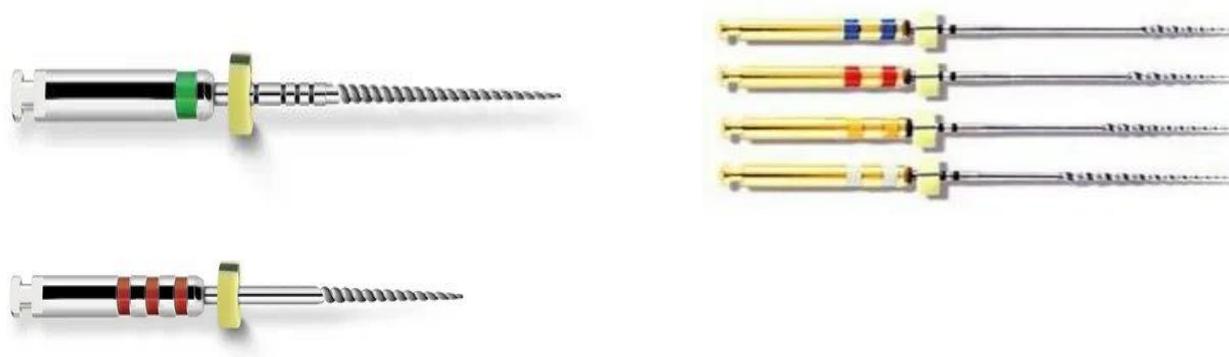
Инструменты для формирования корневых каналов

Использование машинных вращающихся инструментов значительно облегчает задачу врача по формированию канала и ускоряет этап подготовки канала к пломбированию. Все существующие наконечники и моторы для механической обработки корневых каналов делят на три группы в зависимости от придания файлу движения: полновращательные, возвратно-вращательные (реципрокные), возвратно-поступательные.

До появления профайлов и протейперов с целью уменьшения опасности фрактур эндодонтических инструментов было предложено машинное реципрокное и возвратно-поступательное вращение в пределах ограниченного сектора 90° . Таким способом (регулярным реверсом) уменьшается нагрузка на изогнутый инструмент при вращении и возникает возможность продольных (вперед/назад) движений. Однако, по сравнению с системами полного вращения реципрокный инструмент, поворачивающийся на одинаковые углы по и против часовой стрелки, требует больше давления внутрь корневого канала для продвижения вперед, не режет также эффективно, как и

вращающийся инструмент того же размера, и более ограничен в извлечении опилок и продуктов распада из канала. Во избежание возможных осложнений при обработке канала и усовершенствования процесса обработки корневых каналов, технологии изготовления систем вращаемых никель-титановых инструментов постоянно совершенствуются.

Первое поколение ротационных никель-титановых эндодонтических инструментов было изготовлено с помощью нарезки проволоки из никель-титана, с безопасным кончиком, плоскими радиальными кромками, прямым углом режущей грани и повышенной конусностью (до 6%). К ним относятся ProFile 9 (Dentsplay) → GT Rotary File (Dentsplay) →



Второе поколение никель-титановых инструментов было так же изготовлено с помощью нарезки, но отличались более агрессивными режущими способностями, благодаря режущим лезвиям типа К, переменной конусности и полуагрессивному кончику. К ним относятся:

FlexMaster (VDW) → HeroShaper → Mtwo → ProTaper →



Инструменты первых поколений зарекомендовали себя хорошо в стоматологической практике тем, что имеют безопасный кончик по отношению к стенке корневого канала, и это предотвращает создание

ступеньки и перфорации, как боковой стенки, так и апикального отверстия. Но их режущая способность невелика, они создают обильный смазанный слой на внутренней поверхности стенки, который тяжело удалить, и поэтому затрудняет дезинфекцию дентинных канальцев корня зуба. Большим недостатком обоих поколений также является сложность оценки работоспособности инструмента, что часто не позволяет оптически заметить усталость металла и мелкие деформации, которые при нагрузке в канале приводят к отлому инструмента.

Третье поколение инструментов из никель-титана было изготовлено способом закручивания проволоки в нагретом состоянии с последующим охлаждением. Инструменты третьего поколения

Twisted File →



BioRace →



обладают более высокими режущими способностями по отношению к предыдущим поколениям, неагрессивным кончиком. Так же при нагрузке инструмент начинает раскручиваться, а не ломаться, что легко заметить оптически, и сигналом для окончания работоспособности является закручивание проволоки против спирали.

Четвёртое поколение. Развитие и усовершенствование технологии реципрокного вращения привело к созданию 4 поколения инструментов для препарирования корневых каналов. Изменение вращения и состава сплава привели к уменьшению количества используемых инструментов при обработке корневого канала по сравнению с предыдущими системами. Данное поколение инструментов и технология реципрокции воплотились в одном

инструменте SAF (самоадаптирующийся файл). Инструмент SAF механически вращается с помощью наконечника, который совершает как короткие 0,4 мм вертикальные движения, так и вибрационные движения с постоянной ирригацией. Еще одна перспективная техника одного инструмента называется One Shape (Micro Mega). Также популярной концепцией использования одного инструмента является система



WaveOne (Dentsply) →



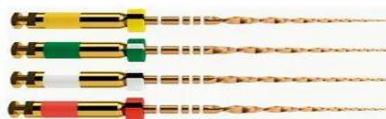
и Reciproc (VDW) →



Пятое поколение. Пятое поколение инструментов для препарирования каналов отличается тем, что центр тяжести и/или центр вращения смещены. При вращении инструментов, имеющих подобную форму, возникает механическая волна движения, которая перемещается по всей длине инструмента. Подобно прогрессирующей конусности любого инструмента ProTaper, смещённый центр тяжести ещё больше минимизирует трение между инструментом и дентином. Также, подобный дизайн улучшает извлечение опилок из канала и улучшает гибкость активной части инструмента. Торговые названия инструментов, работающих на основании этой технологии

Revo-S →

2 Shape (Micro Mega), WaveOne Gold (Dentsply) →



и ProTaper Next (Dentsply Tulsa Dental Specialties/Dentsply Maillefer) →



В 25% зубов обнаруживаются овальные каналы, а в определенных группах зубов они могут присутствовать до 90% случаев. Нельзя ожидать, что ротационные или реципрокные файловые системы, которые очень эффективны в случаях простых корневых каналов с круглым поперечным сечением, будут так же эффективны в овальных. Маловероятно, что механическое воздействие вращающихся инструментов затронет весь больший диаметр такого канала. Объясняется это свойством гибкого никель-титанового инструмента при вращении оставаться в центре канала. Надеяться в таких случаях остается только на эффективность ирригационных растворов в сочетании с активацией звуком (EndoActivator) или ультразвуком (УЗ-файлы небольшого диаметра).

Апикальная калибровка, подбор мастер-штифта или obtуратора

По результатам многочисленных исследований, наиболее благоприятные гистологические условия обеспечиваются при ограничении инструментальной обработки корневого канала областью апикального сужения, которое находится на 0,5-3 мм корональное рентгенологической верхушки корня. Эндодонтические границы рекомендуется не менять ни при витальной, ни при некротизированной пульпе.

Проведенные морфологические исследования показывают, что апикальный диаметр в зубах взрослого человека равен 300-350 мкм. Таким образом, анатомия канала диктует эндодонтисту заканчивать апикальное формирование на инструменте с D не менее 0,30-).35 мм. Но следует помнить, что Ni-Ti вращающиеся инструменты с повышенной конусностью и D 0,30 мм

и выше, менее гибкие и не могут безопасно использоваться на рабочую длину в некоторых клинических случаях. Основным ограничивающим фактором их использования является кривизна канала.

После этапа апикальной калибровки с помощью верификатора определяется доступное пространство для obtуратора Thermafil или Gutta Core. Верификаторы – это ручные Ni-Ti инструменты с 5% конусностью и режущими радикальными фасками, как у ProFiles.



Верификатор, соответствующий по размеру последнему апикальному файлу, устанавливается на рабочую длину. Положение верификатора подтверждается апекслокатором и рентгеном. При необходимости верификатором можно корректировать форму и диаметр корневого канала.

ОБТУРАЦИЯ СИСТЕМЫ КОРНЕВЫХ КАНАЛОВ

В зависимости от диагноза может возникнуть необходимость временного пломбирования корневых каналов. Этот этап редко бывает необходим после пульпэктомии и обработки корневого канала зуба с живой пульпой. При периодонтитах и наличии очагов резорбции костной ткани в периапикальной области целью временного пломбирования является предотвращение роста и размножения микроорганизмов, оставшихся в корневой системе несмотря на очистку. Адекватная временная реставрация обязательна для профилактики загрязнения корневой системы между посещениями. Препараты для временного пломбирования должны обладать длительным дезинфицирующим действием, быть биосовместимым, легко извлекаться, не повреждать ткани

зуба и не нарушать адгезию постоянного пломбировочного материала. Временные пломбировочные материалы на основе гидроксида кальция (Endocal, Metapex, Calcicur) стимулируют остео-, дентино- и цементагенез. Их используют для временной пломбировки корневых каналов при деструктивных формах периодонтита и радикулярных кистах.

Окончательное пломбирование корневого канала должно проводиться после его инструментальной обработки, когда инфекция считается устранённой, и канал может быть высушен. Задачи качественной obturation корневого канала: предотвратить проникновение микроорганизмов и жидкости вдоль корневого канала и трехмерно герметизировать всю разветвленную систему корневого канала. Материалы для пломбирования корневых каналов должны быть биосовместимыми, пространственно стабильными, способными к запечатыванию основного и дополнительных каналов, не подвергаться воздействию тканевых жидкостей и не растворяться, не поддерживать бактериальный рост, быть рентгеноконтрастными и легко удаляться из канала при необходимости повторного лечения.

Методы пломбирования корневых каналов

Методы пломбирования системы корневых каналов могут быть классифицированы следующим образом:

1. Obturation холодной гуттаперчей:
 - а) методика одного штифта
 - б) латеральная компакция (конденсация) гуттаперчи
 - в) химически пластифицированной холодной гуттаперчей с применением специальных растворителей
2. Obturation разогретой гуттаперчей:
 - а) вертикальная конденсация гуттаперчи
 - б) термомеханическая конденсация (термокомпакция с использованием гуттаконденсора; с применением ультразвуковой пластификации гуттаперчи)
3. Obturation термопластифицированной гуттаперчей:

а) термоинъекция шприцем (Obtura 2, HotShot, применение системы Ультрафил, obturационная система Woodpecker Fi-G Fi-P)

б) твердо-стержневое внесение (с применением системы «Thermafil», «Soft-Core», «Guttacore»)

4. Комбинированные методы (Element Obturation Unit, Beefill 2in1, Calamus Dual)

Пломбирование с помощью obturационной системы Woodpecker Fi-G Fi-P

Woodpecker Fi-G Fi-P - это современная система obturации горячей гуттаперчей, которая обеспечивает точное 3D пломбирование корневых каналов. Система Fi-G Fi-P имеет три режима работы:

- obturации методом вертикальной горячей конденсации
- obturации термопластичной разогретой гуттаперчей
- сочетание вертикальной конденсации и obturации горячей гуттаперчей.

Оба прибора системы можно применять отдельно независимо или в сочетании друг с другом. Fi-G – это беспроводное эндодонтическое устройство для нагревания гуттаперчи и введения её в корневой канал через специальную канюлю. Благодаря однокнопочному дизайну процесс obturации становится ещё проще. Fi-P – это беспроводное эндодонтическое устройство, выполненное в горизонтальном форм-факторе. Применяется для размягчения, конденсации и срезания гуттаперчи. Эргономичная форма позволяет пользоваться устройством как правшам, так и левшам.



Обтурация термопластифицированной гуттаперчей с применением системы Therafil.

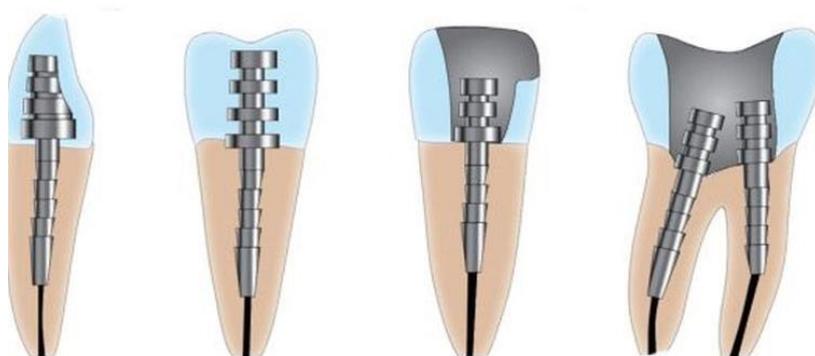
Этот метод используется для более эффективного заполнения корневых каналов и надежной апикальной герметизации с помощью теплой гуттаперчи. Термафил представляет собой конусообразный стержень из титана, покрытый слоем α -гуттаперчи, которая имеет низкую температуру плавления и обладает текучестью и прилипаемостью. Размер и форма стержня соответствуют международному стандарту расширителя канала от 020 до 140. Стержень действует как центральный носитель, он конденсирует разогретую гуттаперчу по всей длине канала, обеспечивая апикальную герметизацию и уменьшая усадку obturационной пломбы. Для равномерного нагрева всех типов термафилов используется специальная печь ThermoPrep, которая обеспечивает оптимальную температуру нагрева одновременно до 6 термафилов в течение нескольких минут. Таким образом обеспечивается простота введения obtурирующей массы в канал при минимальной затрате времени.



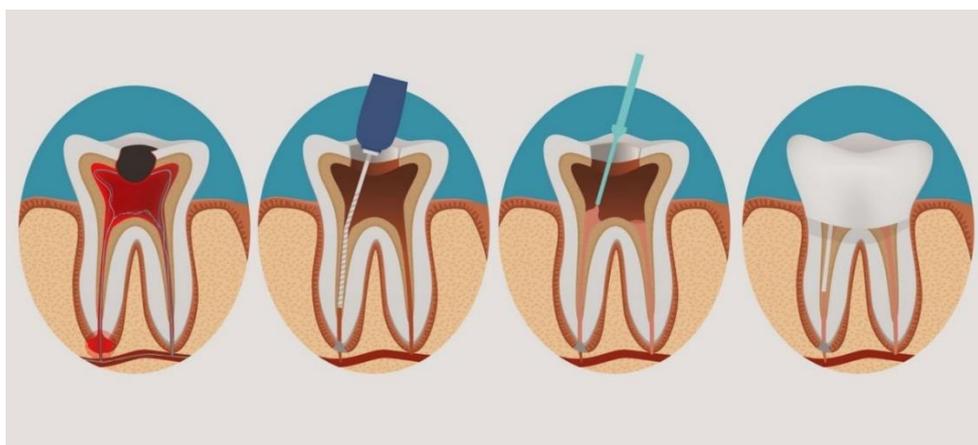
ПОСТЭНДОДОНТИЧЕСКОЕ ВОССТАНОВЛЕНИЕ

После эндодонтического лечения нередко возникает необходимость подготовить корневой канал под штифт, который служит опорой для формирования культи зуба. Последняя может служить основой для реставрации коронки с использованием композиционных материалов или изготовления коронки лабораторным методом. Подготовка корня под такие штифты имеет

свои особенности. В первую очередь следует помнить, что направление штифта должно соответствовать направлению зуба, в противном случае создаются предпосылки для раскола корня. Следует строго соблюдать соотношение 1:2 между наддесневой и поддесневой частью штифта. Необходимо подбирать толщину штифта с учетом размера корня, поскольку при значительном расширении канала прочность корня может быть ослаблена, и он не выдержит нагрузки после изготовления коронки.



На последнем этапе лечения зуб должен быть адекватно реставрирован пломбой или ортопедической конструкцией для предотвращения бактериального загрязнения системы корневых каналов и перелома зуба.



ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ЭНДОДОНТИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ

Согласно рекомендациям Европейского общества эндодонтии, после окончания эндодонтического лечения врач должен зафиксировать в медицинской карте пациента следующие данные:

- использование местной анестезии
- метод изоляции рабочего поля коффердамом
- имеющиеся трещины или ятрогенные дефекты (если зуб ранее лечен)
- рабочая длина каналов и относительные точки их измерения
- размер, до которого каналы расширены
- техника обработки корневого канала
- объём и концентрация используемых ирригантов
- применение временных внутриканальных препаратов
- тип временной реставрации
- приём лекарств, включая анальгетики и антибиотики (если показаны)
- материал obturации, силер и техника пломбирования каналов
- количество рентгеновских снимков, описание сделанных рентгенограмм
- осложнения в процессе лечения (напр. ятрогенные)
- рекомендации по типу окончательной реставрации (в случае, если её выполняет другой стоматолог).

О благоприятном исходе эндодонтического лечения свидетельствуют следующие данные: исчезновение боли и подвижности зуба, отсутствие гиперемии и отёка мягких тканей, закрытие свищевого хода, полноценное функционирование зуба и рентгенологическое подтверждение наличия нормальной периодонтальной связки вокруг корня.

Качество пломбирования проверяется сразу после obturации корневых каналов на рентгенограмме, на которой должна быть показана верхушка корня предпочтительно с по меньшей мере 2-3 мм чётко идентифицируемой периапикальной области. Отпрепарированный корневой канал должен быть запломбирован полностью за исключением пространства, необходимого для реставрационного штифта.



Обработанный и запломбированный канал должен включать в себя исходный канал. Не должно быть видимых пустот между корневой пломбой и стенкой канала и за конечной точкой корневой пломбы.

Далее для оценки качества лечения в отдаленные сроки рентгенологический контроль проводится раз в 6 мес. на протяжении 3–4 лет.

Приемлемые рентгенологические критерии следующие:

- плотное, трехмерное obturирование корневого канала до верхушки корня или не доходя до нее 1 мм
- нормальная толщина периодонтальной щели (до 1 мм);
- наличие репаративных процессов в периапикальной области;
- целостная компактная пластинка альвеолы зуба;
- отсутствие резорбции.

Сомнительными рентгенологическими критериями являются следующие:

- расширение периодонтальной щели (до 2 мм);
- отсутствие или недостаточное восстановление костной ткани;
- нарушение целостности компактной пластинки;
- признаки прогрессирующей резорбции;
- пустоты в корневой пломбе, особенно в апикальной трети;
- значительное выведение пломбировочного материала за верхушку.

При анализе рентгенограммы необходимо учитывать, что локально может остаться видимая неравномерно минерализованная область. Этот дефект может быть формированием рубцовой ткани, а не признаком сохранения апикального периодонтита.

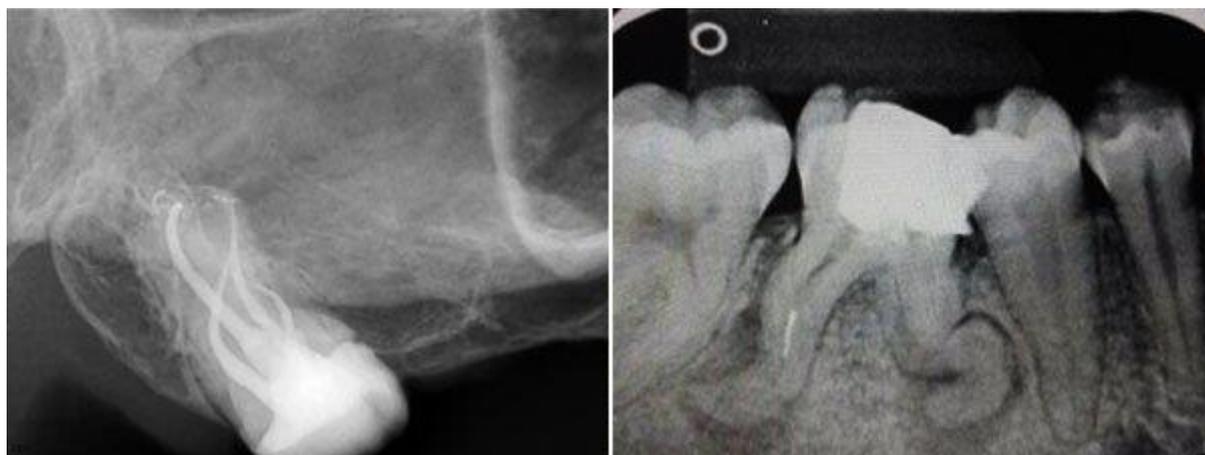
Если имеются клинические признаки и симптомы инфицирования зуба и/или рентгенологически виден очаг поражения, появившийся после лечения, или существовавший до лечения увеличился в размерах, а также определяются

признаки продолжающейся резорбции корня, результат эндодонтического лечения считается неблагоприятным. В этих ситуациях требуется дальнейшее лечение зуба. Важно следовать всем рекомендациям врача и проходить все назначенные проверки, чтобы обеспечить наилучший результат лечения.

СЛОЖНОСТИ И ПРОБЛЕМЫ В ЭНДОДОНТИЧЕСКОМ ЛЕЧЕНИИ КОРНЕВЫХ КАНАЛОВ

Несмотря на значительный прогресс в области эндодонтии, лечение корневых каналов продолжает представлять собой серьезные трудности, и врач может столкнуться с различными проблемами.

- **Сложная анатомия:** Уникальная анатомия каждого зуба, включая наличие множественных корневых каналов и второстепенных ветвей, может существенно усложнить процесс лечения.



- **Остаточные бактерии:** Полное удаление бактерий из корневых каналов является сложной задачей. Оставшиеся бактерии могут привести к повторной инфекции.
- **Перфорация стенки корневых каналов** возникает, как правило, при работе машинными вращающимися инструментами. Во время расширения канала можно случайно проникнуть через его стенку, что вызывает необходимость дополнительного лечения.



- **Отлом инструмента в канале:** Никель-титановые инструменты могут сломаться во время использования при несоблюдении последовательности и технологии их использования, особенно в криволинейных каналах.



- **Некачественная obturation корневого канала,** что рентгенологически проявляется неполным заполнением канала или выведением его в избыточном количестве за верхушку корня. Если каналы не заполнены герметично, это может привести к рецидиву инфекции.



- Перелом или перфорация корня при несоблюдении методики постэндодонтического восстановления штифтовой конструкцией



Опыт и квалификация врача-эндодонтиста, использование современных технологий, таких как микроскопы и цифровые рентгеновские снимки, могут помочь преодолеть эти проблемы и улучшить результаты лечения.

НОВЕЙШИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭНДОДОНТИЧЕСКОМ ЛЕЧЕНИИ

Прогресс в области медицинских технологий и инноваций привел к внедрению новых инструментов и методик в эндодонтии, что значительно повышает качество и эффективность эндодонтического лечения, делая процедуру более комфортной для пациентов и улучшая долгосрочные результаты.

3D-имиджинг: использование трехмерной визуализации, такой как конусно-лучевая компьютерная томография (КЛКТ), позволяет врачам точно определить анатомию корневых каналов и планировать лечение.

Микроскопы в эндодонтии: эндодонтические микроскопы обеспечивают великолепное увеличение и освещение, что позволяет врачам видеть труднодоступные и тонкие структуры в каналах.

Никель-титановые инструменты: инструменты из этого материала очень гибкие, что позволяет обрабатывать кривые и сложные каналы более эффективно и безопасно.

Ультразвуковые технологии: используются для обработки корневых каналов, удаления старого пломбировочного материала, а также для очистки и дезинфекции корневых каналов.

Лазерное эндодонтическое лечение: лазеры могут быть использованы для устранения бактерий в корневых каналах, а также для лечения постпломбировочной боли.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Эндодонтическое лечение - процесс достаточно трудоемкий, и каждый клинический случай в нем уникален. Но конечная цель едина у всех врачей – сохранить функцию, воссоздать эстетическую анатомию зуба, избежать нежелательных осложнений. Этого не всегда легко достичь, так как успех определяется множеством факторов, в основе которых – знание базовых принципов эндодонтического лечения и тщательное их соблюдение. Только постоянное повышение уровня знаний по эндодонтии, совершенствование мануальных навыков, использование полноценной диагностики, методов увеличения, современных приборов, даст возможность повысить качество эндодонтического лечения, сделать его более эффективным и комфортным для пациента и снизить таким образом вероятность эндодонтических осложнений и потерю зубов.

Исследования в области эндодонтии продолжаются, с особенным акцентом на разработку еще более эффективных методов обработки и заполнения корневых каналов, а также улучшении борьбы с инфекциями в корневых каналах. Кроме того, идет активная работа над созданием новых материалов для заполнения корневых каналов, которые обеспечат длительную и надежную obturацию каналов.



СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Николаев А.И., Цепов Л.М. Практическая терапевтическая стоматология. – 3-е изд. – М.: МЕДпресс-информ, 2004. – 548 с.
2. Николайчук В.В., Терехов А.Б., Нэстасе К.И. Эндодонтия. Практическое пособие. –1-е изд. – М.: VECTOR, 2009. – 208 с.
3. Тронстад Л. Клиническая эндодонтия – М.: МЕДпресс-информ, 2009. – 286 с.
4. Луцкая И.К. Эндодонтия: Практическое руководство. - М., 2013. - 191с.
5. Гудман, Дж.Л., Думша Т.С., Ловдэл П.Э. Решение проблем в эндодонтии. Практика, диагностика и лечение М.: МЕДпресс-информ, 2008. – 591 с.
6. Латышева С.В., Будевская Т.В. Проблемные вопросы в эндодонтии. Современный взгляд – Современная стоматология. – 2015 - №2. - с.4-7
7. Копьев Д.А. Ошибки и осложнения в процессе эндодонтического лечения. Простые правила их профилактики. Часть II – Эндодонтия today. – 2007. – №2. – С. 59-63
8. Чагай, А.А., Черкасов Д.В. Роль анатомии зубов при планировании и проведении эндодонтического лечения – Проблемы стоматологии. - 2011. - № 1. - С. 28-29
9. Кукушкин В.Л., Кукушкина Е.А. О топографии дополнительных каналов постоянных зубов. – Сибирский медицинский журнал, 2008. - №1. – с. 96-98
10. Бутвиловский А.В. Медикаментозная обработка системы корневых каналов зубов: учебно-методическое пособие –Минск, БГМУ, 2022. – 27с.
11. Лужкова Е.Л. Эндодонтия: основные понятия – Молодой ученый. – 2022. – № 7 (402). – С. 52-54

12. Показатели качества эндодонтического лечения: отчет о согласованном мнении Европейского эндодонтического общества – Клиническая эндодонтия. - 2008 -Т.2, - №1-2. – С.3-12.
13. Бекмурадов Б.А.,Джураева Ш.Ф. Оценка результатов эндодонтического лечения зубов с применением различных методов obturation – Наука молодых (Eruditio Juvenium). – 2014. – Т. 2, №1. – С. 100-104
14. Саврасова Н.А., Мельниченко Ю.М., Кабак С.Л. и др. Применение конусно-лучевой компьютерной томографии в эндодонтии – Стоматологический журнал. - 2014. - №3. - С. 196-202
15. Сахарук Н.А., Веретенникова А.А., Зеков Н.И. Оценка ближайших и отдаленных результатов эндодонтического – Вестник ВГМУ. - 2015. - Том 14, №5. - с.108-113
16. Gansler W. Эндодонтия. Часть 2. Пломбирование корневых каналов с использованием нагретой гуттаперчи и технологии термопластичной вертикальной конденсации – Новое в стоматологии. – 2006. – №7. – с.28-48
17. Коэн С., Бернс Р. Эндодонтия: пер. с англ., издание 8-е. – СПб: «STBook», 2007. – с.511-557
18. Checkliste der Zahnmedizin, M. Hulsmann. Endodontie. - 2008. - 247 p.
19. Buchanan L. S. Standardised taper root anal preparation. Part 1 – J. Endodontic Practice. - 2000. -N 5. - P.7-19.