

DOI: 10.37988/1811-153X_2023_1_52

[Н.Б. Петрухина](#)^{1,2},

д.м.н., доцент, профессор кафедры клинической фармакологии и пропедевтики внутренних болезней; научный сотрудник группы кариеологии и эндодонтии

[И.М. Рабинович](#)²,

д.м.н., профессор, зав. отделом терапевтической стоматологии

[В.А. Венедиктова](#)¹,

аспирант кафедры клинической фармакологии и пропедевтики внутренних болезней

[М.В. Салтовец](#)³,

к.м.н., доцент кафедры клинической стоматологии с курсом хирургической стоматологии и ЧЛХ

¹ Первый МГМУ им. И.М. Сеченова, 119991, Москва, Россия

² ЦНИИСиЧЛХ, 119021, Москва, Россия

³ Пятигорский медико-фармацевтический институт, 357500, Пятигорск, Россия

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Петрухина Н.Б., Рабинович И.М., Венедиктова В.А., Салтовец М.В. Клинико-лабораторный биоинформационный алгоритм по оптимизации эндодонтического лечения. — *Клиническая стоматология*. — 2023; 26 (1): 52—58. DOI: 10.37988/1811-153X_2023_1_52

Клинико-лабораторный биоинформационный алгоритм по оптимизации эндодонтического лечения

Реферат. Знание анатоми-томографических особенностей строения корневых каналов зубов с учетом возраста пациентов еще на этапах диагностики позволяет правильно спланировать объем лечебных вмешательств при эндодонтическом лечении. **Цель** — разработка алгоритма эндодонтического лечения и оценки его отдаленной эффективности с учетом локализации поражения, анатоми-топографической структуры строения корневых каналов зубов, лабораторных показателей и возраста. **Материалы и методы.** В исследование были включены 90 пациентов обоего пола с диагнозом «хронический пульпит» или «хронический периодонтит» от 18 до 75 лет с показаниями к эндодонтическому лечению. Диагностические мероприятия включали проведение конусно-лучевой компьютерной томографии (КЛКТ) с использованием оптического увеличения при эндодонтическом лечении. В дентальной крови определяли концентрацию антиапоптозного протеина Bcl-xL и фактора некроза опухоли-α (ФНО), в лизате мононуклеарных клеток дентальной крови — содержание p65 ядерного фактора транскрипции NF-κB. Разработка комплексной модели оценки эффективности эндодонтического лечения проведена методом логистической регрессии. **Результаты.** Для прогноза эффективности эндодонтического лечения необходимо учитывать лабораторные показатели интенсивности апоптоза, баланса воспалительных и транскрипционных механизмов (концентрация Bcl-xL и ФНО в дентальной крови, уровень p65 в мононуклеарной фракции дентальной крови) и по разработанной математической модели рассчитывать коэффициент прогноза с определением риска обострения хронического воспаления. **Заключение.** Оптимизация диагностических мероприятий с помощью использования оптико-волоконного увеличения, КЛКТ и лечебных мероприятий путем применения самоадаптирующегося эндодонтического файла (SAF) для полной трехмерной обработки и очистки корневого канала сопровождалась повышением эффективности эндодонтического лечения по сравнению со стандартными методами диагностики и лечения.

Ключевые слова: хронический пульпит, хронический периодонтит, эндодонтическое лечение, эффективность

[N.B. Petrukhnina](#)^{1,2},

PhD in Medical Sciences, full professor of the Clinical pharmacology and internal diseases propaedeutics Department; researcher in the Group of cariesology and endodontics

[I.M. Rabinovich](#)²,

PhD in Medical Sciences, full professor of the Therapeutic dentistry Department

[V.A. Venediktova](#)¹,

postgraduate at the Clinical pharmacology and internal diseases propaedeutics Department

[M.V. Saltovets](#)³,

PhD in Medical Sciences, associate professor of the Clinical, surgical, and maxillofacial surgery Department

¹ Sechenov University, 119991, Moscow, Russia

Clinical and laboratory bioinformatic algorithm for predicting the effectiveness of endodontic treatment

Abstract. The knowledge of the anatomical and tomographic peculiarities of the root canal structure, taking into account the age of the patient at the stages of diagnosis, helps to plan the correct volume of the therapeutic intervention in endodontic treatment. **The aim** was to develop the algorithm of endodontic treatment and evaluate its long-term efficiency taking into account the localization of the lesion, anatomical and topographic structure of root canals, laboratory indices and age. **Materials and Methods.** 90 patients of both sexes with the diagnosis of “chronic pulpitis” or “chronic periodontitis”, aged between 18 and 75 years, with indications for endodontic treatment were included in the study. Diagnostic measures included cone beam computed tomography (CBCT) with optical magnification during endodontic treatment. The levels of anti-apoptosis protein Bcl-xL and tumor necrosis factor-α (TNF) were determined in dental blood, and the levels of p65 nuclear transcription factor NF-κB were determined in dental blood mononuclear cell lysate. The development of a complex model to assess the efficacy of endodontic treatment was carried out using the method of logistic regression. **Results.** To predict the effectiveness of endodontic treatment it is necessary to take into account the laboratory indices of apoptosis intensity, the balance of inflammatory and transcriptional mechanisms (concentration of Bcl-xL and TNF in dental blood, the level of p65 in dental mononuclear fraction) and by the developed mathematical model to calculate the

² Central Research Institute
of Dental and Maxillofacial Surgery,
119021, Moscow, Russia

³ Pyatigorsk Medical and Pharmaceutical
Institute, 357500, Pyatigorsk, Russia

prognostic coefficient with estimation of the risk of exacerbation of chronic inflammation. **Conclusion.** Optimization of diagnostic measures using fiberoptic magnification, CBCT and treatment measures using self-adaptive endodontic file (SAF) for full three-dimensional treatment and cleaning of the root canal was associated with increased efficiency of endodontic treatment compared with standard diagnostic and treatment methods.

Key words: chronic pulpitis, chronic periodontitis, endodontic treatment, efficiency

FOR CITATION:

Petrukhina N.B., Rabinovich I.M., Venediktova V.A., Saltovets M.V. Clinical and laboratory bioinformatic algorithm for predicting the effectiveness of endodontic treatment. *Clinical Dentistry (Russia)*. 2023; 26 (1): 52—58 (In Russ.). DOI: 10.37988/1811-153X_2023_1_52

ВВЕДЕНИЕ

В современной стоматологии вопросы качественного эндодонтического лечения корневых каналов зубов и получение прогнозируемого результата по-прежнему остаются актуальными. Многие проблемы, которые возникают на этапах лечения и после их завершения, связаны с диагностическими ошибками при определении количества корневых каналов и их анатомо-топографических особенностей [1, 2]. Анатомия корневых каналов напрямую влияет на формирование доступа к полости зуба, выбранный инструментарий и методику obturации корневых каналов, а в конечном итоге и на прогнозируемый результат в целом [3—5].

С внедрением в медицину конусно-лучевой компьютерной томографии (КЛКТ) появилась возможность трехмерной визуализации топографии корневых каналов и оценки качества эндодонтического лечения на пошаговых срезах зуба в различных проекциях [6—9]. Ценную диагностическую информацию, способствующую повышению эффективности эндодонтического лечения, предоставляет также операционный микроскоп. Он обеспечивает стереоскопическую трехмерную визуализацию пульповой камеры, повышая возможность обнаружения устьев корневых каналов, трещин и переломов корня, а также создает условия для более качественной механической обработки и obturации каналов [10, 11].

Знание анатомо-топографических особенностей строения корневых каналов зубов с учетом возраста пациентов еще на этапах диагностики позволяет правильно спланировать объем лечебных вмешательств (кратность посещения, выбор инструментария, технику пломбирования корневых каналов), снизить процент ошибок на всех этапах лечения и сделать эндодонтическое лечение более успешным, увеличив срок функционирования зуба [12—14].

К пожилому возрасту пульповая камера зуба у человека заметно сужается за счет системных патофизиологических изменений [15]. Перитубулярный дентин после третьего десятилетия жизни человека становится все более минерализованным, наблюдается уменьшение среднего числа дентинных канальцев на единицу объема, сужение канальцев вплоть до их полной облитерации [16].

По мере старения организма гидратация дентина снижается, а структура коллагена видоизменяется, что сопровождается потерей прочности, вязкости и эластичности ткани. В результате в пожилом возрасте чаще наблюдаются прогрессивное вертикальное разрушение корня и развитие апикального периодонтита [17, 18].

Иммунологические изменения в тканях в процессе старения обусловлены перестройкой в клетках пульпы экспрессионной активности генов, связанных с хемотаксисом макрофагов в воспалительные ткани [19]. Кроме того, наблюдается снижение экспрессии генов, регулирующих транскрипцию мРНК и активность белкового синтеза, а также усиление экспрессии генов, участвующих в регуляции апоптотических процессов [20]. В качестве патогенетических факторов, способствующих изменению морфологии канально-корневой системы моляров, требующих особого диагностического и лечебного подхода при эндодонтическом лечении пульпитов и периодонтитов, можно назвать многократное повышение в крови провоспалительных цитокинов, не сопровождающееся однонаправленным сдвигом р65 в мононуклеарных клетках, снижение антиапоптотического фактора Bcl-xL, что по совокупности свидетельствует об усилении апоптоза клеток-эффекторов с противоположной направленностью и затяжном характере изменений в очаге воспаления [21, 22].

В связи с вышеизложенным **целью** работы стала разработка алгоритма по оптимизации эндодонтического лечения с учетом возраста пациентов, диагноза (хронический пульпит или хронический периодонтит), локализации поражения, анатомо-топографического строения корневых каналов зубов и лабораторных показателей.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследование были включены 90 пациентов обоего пола от 18 до 75 лет с показаниями к эндодонтическому лечению, в том числе 43 человека с хроническим пульпитом (K04.0 по МКБ-10) и 47 — с хроническим периодонтитом (K04.5 по МКБ-10). Из них 27 пациентов по классификации ВОЗ были молодого возраста (18—44 года), 30 — среднего (45—59 лет) и 33 — пожилого (60—74 года).

Критерии включения в исследование:

- значения индексов Силнес—Лоу и Мюллемана—Козулла не более 1,0;
- отсутствие в анамнезе тяжелых соматических и аллергических заболеваний.

Критерии исключения:

- системные, соматические заболевания в стадии обострения и декомпенсации;
- острые и хронические инфекционные и вирусные заболевания;
- онкологические заболевания;
- курение;
- беременность и лактация.

Всем участникам проводили стандартное стоматологическое обследование. Диагностические мероприятия включали проведение КЛКТ, а также использование оптического увеличения при эндодонтическом лечении. В работе использовали дентальный цифровой 3D-конусно-лучевой компьютерный томограф Vatech (Южная Корея), который позволяет получать минимальную толщину среза до 0,1 мм. С помощью программы Ez3D Plus осуществляли трехмерную визуализацию изображений и трассировку корневых каналов.

Объектом изучения служили первые моляры нижней челюсти (НЧ) и центральные резцы верхней челюсти (ВЧ), которые прорезываются в числе первых в постоянном прикусе. В общей сложности лечению подлежали 55 первых моляров нижней челюсти (81 канал дистального корня) и 35 центральных резцов верхней челюсти. Первые моляры играют важную роль в стабилизации прикуса и имеют сложное анатомо-топографическое строение корневой системы, а кроме того, наряду с верхними резцами чаще других зубов имеют овальную форму дистального канала. При проведении исследования фиксировали количество корней, корневых каналов и тип их строения. Для идентификации типа строения корневых каналов использовали классификацию, разработанную F. Vertucci (1979), согласно которой выделяют 8 типов.

Для лабораторного исследования у всех пациентов до лечения проводили забор дентальной крови из переходной складки полости рта в области причинного зуба. Разрез слизистой оболочки длиной 2 мм проводили по переходной складке в месте перехода прикрепленной десны в подвижную часть, направляя скальпель под углом 45° к кости. Количество забираемой крови — не менее 1 мл. Разрез промывали хлоргексидином. Сразу после получения кровь помещали в стерильную пробирку для транспортировки в иммунологическую лабораторию. В лаборатории 1 мл цельной крови вносили в питательную среду DMEM 4 мл, добавляли гентамицин (100 мкг/мл), гепарин (2,5 ед./мл) и L-глутамин (0,6 мг/мл). Использовали наборы для культивирования клеток цельной крови

«Цитокин-Стимул-Бест» (Вектор Бест, Россия). Образцы крови в среде инкубировали 24 ч. Затем отбирали 1 мл супернатанта и методом иммуноферментного анализа (ИФА) определяли концентрацию антиапоптозного протеина Vcl-xL и фактора некроза опухоли- α (ФНО- α).

Фракцию мононуклеарных клеток периферической крови получали путем наслаивания 4 мл клеточной суспензии на раствор фиколлверографина (МедБио-Спектр, Россия) с дальнейшим центрифугированием (5000 об/мин) в течение 30 мин. Выделенные мононуклеарные клетки дважды отмывали в фосфатно-солевом буфере и 1 мл клеточной суспензии, содержащей 5×10^6 клеток, лизировали в специальном растворе (Sigma Aldrich, США), добавляли 1%-ный раствор ингибитора протеаз (Sigma Aldrich, США), выдерживали на льду при температуре 4–5°C в течение 15 мин, аликвотировали и замораживали при температуре –76°C. В полученных лизатах методом ИФА определяли содержание субъединицы p65 ядерного фактора транскрипции NF- κ B. Для определения содержания Vcl-xL применяли набор для ИФА «Human Vcl-xL» (Cusabio, Китай), p65 — набор «NF- κ Bp65» (Invitrogen, США), ФНО- α — набор «Альфа-ФНО-ИФА-БЕСТ» (Вектор Бест, Россия).

При статистической обработке данных для определения зон высокого и низкого риска события в зависимости от величины предиктора использовали ROC-анализ, а при разработке комплексной модели — метод логистической регрессии.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Для расчета прогноза эффективности эндодонтического лечения оценивали активность апоптоза и баланс воспалительных и транскрипционных механизмов по лабораторным данным (показатели Vcl-xL, ФНО и p65).

Из 90 пациентов в течение 2 лет наблюдения после эндодонтического лечения обострение хронического пульпита или хронического периодонтита наблюдали у 27 (30%) больных. Ретроспективно у 63 пациентов с ремиссией и у 27 с обострением хронического воспаления оценивали исходные величины лабораторных показателей до лечения, определяя их прогностический потенциал (см. таблицу).

Параметры лабораторных показателей в группах с ремиссией и обострением хронического воспаления

Values of laboratory indices in groups with remission and exacerbation of chronic inflammation

| Показатель | Ремиссия (n=63) | | Обострение хронического воспаления (n=27) | | p |
|-----------------------|-----------------|--------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|--------|
| | M±m | Me [Q ₁ —Q ₂] | M±m | Me [Q ₁ —Q ₂] | |
| Vcl-xL, нг/мл | 0,613±0,051 | $\frac{0,609}{[0,563-0,902]}$ | 0,479±0,044 | $\frac{0,468}{[0,336-0,591]}$ | 0,002 |
| ФНО- α , пг/мл | 13,4±0,94 | $\frac{13,1}{[11,4-15,8]}$ | 55,8±1,8 | $\frac{54,6}{[42,3-67,8]}$ | <0,001 |
| p65, нг/мл | 1,015±0,059 | $\frac{1,002}{[0,728-1,395]}$ | 0,582±0,043 | $\frac{0,547}{[0,402-0,690]}$ | 0,004 |

У пациентов с рецидивом хронического воспаления после эндодонтического лечения исходно концентрация Vcl-xL в крови была более низкой, чем у пациентов с ремиссией (0,479 против 0,613 нг/мл, $p=0,002$); уровень ФНО — более высоким (55,8 против 13,4 пг/мл, $p<0,001$) на фоне более низкого содержания р65 в мононуклеарной фракции крови (0,582 против 1,015 нг/мл, $p=0,004$).

Методом ROC-анализа были определены дифференциально-разделительные точки (cut-off) для концентрации лабораторно-иммунологических показателей, сдвиги относительно которых сопряжены с повышением риска рецидива хронического пульпита или хронического периодонтита после эндодонтического лечения.

Для ФНО- α в крови такой разделительной точкой была концентрация 24,6 пг/мл, для р65 в мононуклеарной фракции крови — 0,604 нг/мл и для концентрации Vcl-xL в крови — 0,480 нг/мл.

На следующем этапе с помощью метода логит-регрессии по совокупности лабораторных параметров дентальной крови была разработана комплексная модель по прогнозированию исхода эндодонтического лечения.

Полученное математическое выражение для расчета величины риска обострения хронического воспаления после эндодонтического лечения в течение 1 года, имело вид:

$$Z = \frac{e^K}{1 + e^K},$$

где Z — критерий прогноза; K — коэффициент множественной регрессии $K = 0,33 \cdot B + 0,74 \cdot T - 27,2 \cdot p - 23,1$; B — концентрация маркера Vcl-xL в дентальной крови, нг/мл; T — концентрация цитокина ФНО- α в дентальной крови, пг/мл; p — концентрация маркера р65 в мононуклеарных клетках, нг/мл.

Коэффициенты и постоянная получены методом логистической регрессии при анализе результатов обследования опытной выборки из 90 пациентов. Статистическая значимость модели была высокой ($\chi^2=109,54$ при $p<0,001$).

По результатам ROC-анализа при $Z \geq 0,24$ включительно, с диагностической чувствительностью 89% и диагностической специфичностью 92% формировали вывод о высоком риске обострения хронического воспаления после эндодонтического лечения в течение 1 года.

Практическое применение разработанной комплексной модели заключается в следующем. У пациентов при наличии неблагоприятных факторов, снижающих эффективность эндодонтического лечения, выявляют:

- II–VI тип строения корневых каналов по F.J. Vertucci;
- перешейки;
- дополнительные каналы;
- ответвления;
- щелевидную форму входного отверстия;
- S-образный канал для первого моляра НЧ;
- овальную форму для центрального резца ВЧ;
- возраст от 18 до 44 лет.

Дополнительно в дентальной крови определяют концентрацию Vcl-xL, ФНО- α и р65 и по комплексной модели оценивают величину риска обострения хронического воспаления после эндодонтического лечения в течение 1 года.

Если риск обострения хронического воспаления высокий, тактика эндодонтического лечения изменяется: для полной трехмерной обработки и очистки корневого канала применяются самоадаптирующиеся эндодонтические файлы (SAF), рентгеноконтроль осуществляют по 3 снимкам (диагностический, с инструментами в корневых каналах; с мастер-штифтами и после obturation корневых каналов). Кроме того, придерживаются особых рекомендаций по мониторингу состояния пациентов: кратность динамического наблюдения после завершения эндодонтического лечения в первый год должна составлять 1 раз в 3 месяца; длительность динамического наблюдения после завершения эндодонтического лечения — 4 года; отдаленные эндодонтические результаты контролируют с помощью КЛКТ.

Использование прогностической модели продемонстрируем на двух примерах.

Клинический пример 1

Пациентка А., 24 года, обратилась с жалобами на боль и припухлость десны в области передних зубов верхней челюсти справа. В анамнезе — 10 лет назад травма зуба 1.1. При осмотре: переходная складка в области зубов 1.2 и 1.1 отечна, гиперемирована, болезненна при пальпации; на слизистой оболочке десневого края между проекциями корней зубов 1.1 и 1.2 — свищевой ход с гнойным отделяемым (рис. 1). Перкуссия зубов 1.2 и 1.1 болезненна, холодовая проба зуба 1.2 положительна, зуба 1.1 отрицательна. Подвижность I степени зуба 1.1 со старой обширной композитной реставрацией.

При планировании эндодонтического лечения была проведена ортопантомография (рис. 2), КЛКТ (рис. 3), в результате которой в зубе 1.1 был визуализирован



Рис. 1. На фото свищевой ход на слизистой оболочке переходной складки в проекции корней зубов 1.1 и 1.2

Fig. 1. In the photo the fistulous tract on the mucous membrane of the transitional fold in the projection of the roots 1.1 and 1.2

одиночный канал овальной формы на всем протяжении, заканчивающийся одним апикальным отверстием (I тип каналов). Под операционным микроскопом выявлена щелевидная форма входного устья каналов. Диагноз — «хронический апикальный периодонтит зуба 1.1» (K04.5).

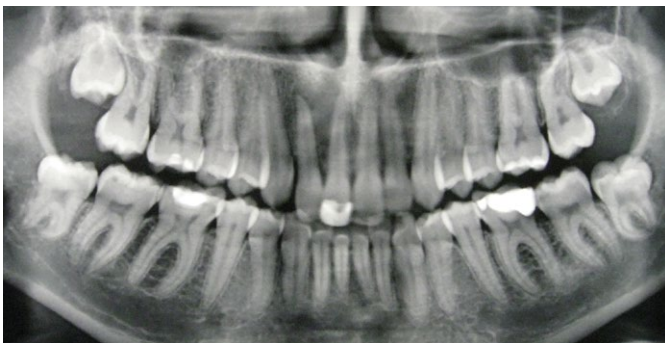


Рис. 2. Ортопантомограмма пациента А. до лечения
Fig. 2. Orthopantomogram of patient A. before treatment

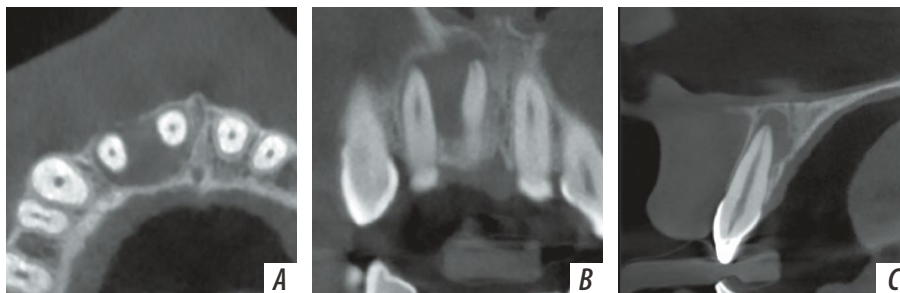


Рис. 3. КЛКТ пациентки А. до лечения: А — аксиальный срез, очаг разрежения костной ткани в проекции корней зубов 1.1 и 1.2, разрушение целостности кортикальной пластинки; В — корональный срез, очаг разрежения костной ткани в проекции корней зубов 1.1 и 1.2; С — сагиттальный срез, очаг разрежения костной ткани с нечеткими контурами в проекции корня зуба 1.1
fig. 3. CBCT of patient A. before treatment: A — axial section, focus of bone tissue rarefaction in the projection of the roots of teeth 1.1 and 1.2, destruction of the integrity of the cortical plate; B — coronal section, the focus of rarefaction in the projection of the roots of teeth 1.1 and 1.2; C — sagittal section, focus of rarefaction of bone tissue with fuzzy contours in the projection of the tooth root 1.1

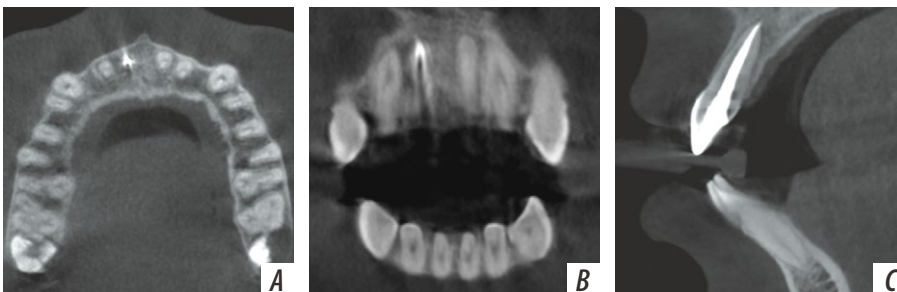


Рис. 4. КЛКТ пациентки А. через 12 месяцев после лечения: А — аксиальный срез, восстановление кортикальной пластинки на всем протяжении в проекции корней зубов 1.1 и 1.2; В — корональный срез, рисунок костной ткани в проекции корней зубов 1.1 и 1.2 без видимых патологических изменений; С — пломбировочный материал контрастируется на всем протяжении корневого канала, периодонтальная щель на всем протяжении канала не расширена, рисунок костной ткани в области корня зуба 1.1 без видимых патологических изменений
Fig. 4. CBCT of patient A. 12 months after treatment: A — axial section, restoration of the cortical plate throughout in the projection of the roots of teeth 1.1 and 1.2; B — coronal section, drawing of bone tissue in the projection of the roots of teeth 1.1 and 1.2 without visible pathological changes; C — the filling material is contrasted throughout the entire length of the root canal, the periodontal gap is not expanded along the entire length of the canal, the pattern of bone tissue in the projection of the root of the tooth 1.1 without visible pathological changes

Лечение проводилось с промежуточным временным пломбированием корневого канала в зубе 1.1 кальцийсодержащим материалом до полного закрытия свищевого хода и исчезновения клинических симптомов, для трехмерной обработки корневого канала применяли самоадаптирующийся файл. Постоянное пломбирование корневых каналов с помощью эпоксидного герметика АН-плюс и гуттаперчи комбинированным методом латеральной и вертикальной компакции. Через 12 месяцев после лечения при повторном обследовании выявлена высокая эффективность лечения (рис. 4).

При исследовании крови концентрация ФНО-α составила 45,9 пг/мл, Vcl-xL — 0,617 нг/мл, содержание в мононуклеарной фракции крови р65 — 0,655 нг/мл. В результате расчета по разработанной модели риск повторных обострений воспалительных процессов после эндодонтического лечения Z был равен 0,0012:

$$Z = \frac{e^{(0,33 \cdot 0,617 + 0,74 \cdot 45,9 - 27,2 \cdot 0,655 - 23,1)}}{1 + e^{(0,33 \cdot 0,617 + 0,74 \cdot 45,9 - 27,2 \cdot 0,655 - 23,1)}} = 0,0012.$$

Клинический пример 2

Пациентка Л., 28 лет, с жалобами на боль при надкусывании в области зубов на нижней челюсти слева. В анамнезе — лечение зуба 3.6 по поводу кариеса более 5 лет назад. Объективно: слизистая оболочка переходной складки розовая, при пальпации в проекции корней зуба 3.6 — болезненность и припухлость; на жевательно-контактных поверхностях зуба 3.6 — композитная реставрация с признаками нарушения краевого прилегания; перкуссия зуба 3.6 болезненна, зуб 3.7 безболезненна.

При планировании эндодонтического лечения была проведена КЛКТ, в результате которой визуализирован одиночный канал дистального корня овальной формы на всем протяжении, заканчивающийся широким апикальным отверстием (I тип каналов, рис. 5). При использовании операционного дентального микроскопа выявлена овальная форма входного устья каналов. Диагноз — «хронический апикальный периодонтит зуба 3.6» (K04.5).

При исследовании крови концентрация ФНО-α составила 55,3 пг/мл, Vcl-xL — 0,712 нг/мл, содержание в мононуклеарной фракции крови р65 — 0,985 нг/мл. В результате расчета по разработанной модели риск повторных обострений

воспалительных процессов после эндодонтического лечения Z был низким, равен 0,0002:

$$Z = \frac{e^{(0,33-0,712+0,74-55,3-27,2-0,985-23,1)}}{1 + e^{(0,33-0,712+0,74-55,3-27,2-0,985-23,1)}} = 0,0002.$$

Лечение проводилось с промежуточным временным пломбированием корневых каналов кальцийсодержащим материалом и обработкой дистального (овального) корневого канала самоадаптирующимся эндодонтическим файлом. Постоянное пломбирование корневых каналов с помощью эпоксидного герметика AN-plus и гуттаперчи, комбинированным методом латеральной и вертикальной компакции после полного исчезновения клинических симптомов (слизистая оболочка переходной складки в области зуба 3.6 бледно-розового цвета без патологических изменений, перкуссия зуба 3.6 безболезненная, жевательная функция не нарушена). Коронковая часть зуба 3.6 восстановлена с помощью композитной реставрации.

Повторное обследование через 12 месяцев после лечения выявило благоприятный результат лечения (рис. 6). Пломбировочный материал контрастировался на всем протяжении корней, в области корней зубов 3.6 костный рисунок и кортикальная пластинка восстановлены.

Контрольная группа для проверки разработанного алгоритма была создана из 35 пациентов обоего пола от 18 до 75 лет с показаниями к эндодонтическому лечению. При этом обострение хронического воспаления после эндодонтического лечения в первый год наблюдения имело место у 12 человек. Диагностическая чувствительность алгоритма в контрольной группе составила 83,3%, а диагностическая специфичность — 87%.

Таким образом, разработанный алгоритм принятия решения в эндодонтической практике с высокой прогностической эффективностью позволил определить успех лечения и тактику наблюдения.

ВЫВОДЫ

1. Комплексная прогностическая модель позволяет выявить высокий риск осложнений и оптимизировать тактику эндодонтического лечения.
2. Для расчета прогноза эффективности эндодонтического лечения необходимо учитывать лабораторные показатели интенсивности апоптоза, баланса воспалительных и транскрипционных механизмов (концентрация Vcl-xL и ФНО в дентальной крови, уровень p65 в мононуклеарной фракции дентальной крови) и по разработанной математической модели рассчитать коэффициент прогноза с определением риска обострения хронического воспаления.
3. При снижении относительно разделительных уровней исходной концентрация Vcl-xL в дентальной крови на фоне повышения содержания ФНО и низкого содержания p65 в мононуклеарной фракции риск обострения воспалительных процессов после эндодонтического лечения высокий, что указывает на необходимость

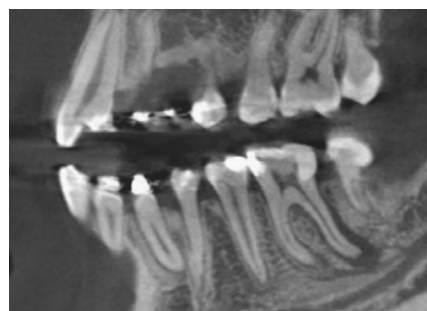


Рис. 5. КЛКТ пациентки Л. до лечения, сагиттальный срез: расширение периодонтальной щели на всем протяжении медиального и дистального корней, очаг разрежения костной ткани с нечеткими контурами в области корней зуба 3.6

Fig. 5. CBCT of patient L. before treatment, sagittal section: expansion of the periodontal fissure along the entire length of the medial and distal roots, a focus of rarefaction of bone tissue with fuzzy contours in the projection of the roots of the tooth 3.6

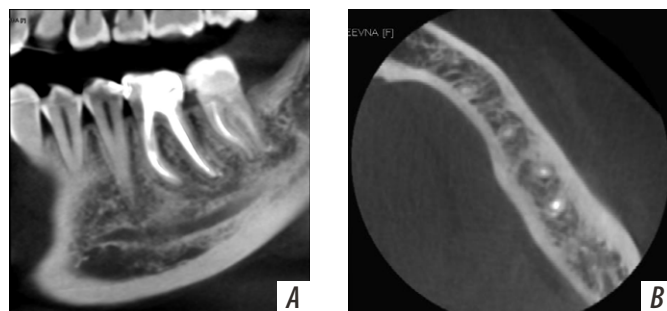


Рис. 6. КЛКТ пациентки Л. через 12 месяцев после лечения, сагиттальный (А) и аксиальный (В) срезы: пломбировочный материал контрастируется на всем протяжении корней, наблюдается восстановление костного рисунка и кортикальной пластинки альвеолярной части нижней челюсти на всем протяжении в проекции корней зуба 3.6

Fig. 6. CBCT of patient L. 12 months after treatment, sagittal (A) and axial (B) sections: the filling material is contrasted throughout the roots, restoration of the bone pattern and cortical plate throughout the projection of the roots of the teeth 3.6

использования следующей тактики: применение самоадаптирующихся эндодонтических файлов для полной трехмерной обработки и очистки корневого канала, контроль с помощью трех рентгеновских снимков на этапе эндодонтического лечения зуба (диагностический снимок с инструментами в корневых каналах; с мастер-штифтами; после obturации корневых каналов); динамическое наблюдение в первый год после завершения эндодонтического лечения кратностью 1 раз в 3 месяца; общая длительность динамического наблюдения после завершения эндодонтического лечения — 4 года, контроль отдаленных эндодонтических результатов по данным КЛКТ.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов.

Поступила: 09.11.2022 Принята в печать: 16.01.2023

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interests.

Received: 09.11.2022 Accepted: 16.01.2023

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Tabassum S., Khan F.R. Failure of endodontic treatment: The usual suspects. — *Eur J Dent.* — 2016; 10 (1): 144—147. [PMID: 27011754](#)
2. Yamaguchi M., Noiri Y., Itoh Y., Komichi S., Yagi K., Uemura R., Naruse H., Matsui S., Kuriki N., Hayashi M., Ebisu S. Factors that cause endodontic failures in general practices in Japan. — *BMC Oral Health.* — 2018; 18 (1): 70. [PMID: 29703201](#)
3. Корнетова И.В., Митронин А.В., Рабинович И.М. Современные возможности первичного эндодонтического лечения хронического апикального периодонтита эндодонтического происхождения. — *Эндодонтия Today.* — 2021; 4: 338—342 [Kornetova I.V., Mitronin A.V., Rabinovich I.M. Current opportunities of primary endodontic treatment of chronic apical periodontitis with endoperio origin. — *Endodontics Today.* — 2021; 4: 338—342 (In Russ.)]. [eLibrary ID: 47578345](#)
4. Ghasemi N., Rahimi S., Shahi S., Samiei M., Frough Reyhani M., Ranjkesh B. A Review on root anatomy and canal configuration of the maxillary second molars. — *Iran Endod J.* — 2017; 12 (1): 1—9. [PMID: 28179915](#)
5. Olczak K., Pawlicka H. The morphology of maxillary first and second molars analyzed by cone-beam computed tomography in a polish population. — *BMC Med Imaging.* — 2017; 17 (1): 68. [PMID: 29284426](#)
6. Аржанцев А.П., Ахмедова З.Р., Перфильев С.А., Винниченко Ю.А. Совершенствование рентгенологического исследования корневых каналов зубов (лабораторно-клиническое исследование). — *Медицинский алфавит.* — 2010; 5: 5—9 [Arzhantsev A.P., Akhmedova Z.R., Perfil'ev S.A., Vinnichenko Iu.A. Perfection of dental root canals X-Ray study (lab-clinical study). — *Medical alphabet.* — 2010; 5: 5—9 (In Russ.)]. [eLibrary ID: 16563173](#)
7. Мхитарян А.К., Нечаева Н.К., Долгалев А.А., Бражникова А.Н. Применение конусно-лучевой компьютерной томографии в процессе диагностики и планирования лечения кариеса и его осложнений. — *Эндодонтия Today.* — 2018; 3: 4—7 [Mkhitaryan A.K., Nechaeva N.K., Dolgalev A.A., Brazhnikova A.N. The use of cone-beam computed tomography in the diagnosis and planning of treatment of caries and its complications. — *Endodontics Today.* — 2018; 3: 4—7. (In Russ.)]. [eLibrary ID: 36499713](#)
8. Разумова С.Н., Браго А.С., Хасханова Л.М., Баракат Х.Б., Хуайжи А., Манвелян А.С. Анатомия системы корневых каналов зубов нижней челюсти по данным конусно-лучевой компьютерной томографии. — *Эндодонтия Today.* — 2018; 4: 50—52 [Razumova S.N., Brago A.S., Khaskhanova L.M., Barakat Kh.B., Khuayzhi A., Manvelyan A.S. Anatomy of the root canal system of the mandible teeth according to cone-beam computed tomography. — *Endodontics Today.* — 2018; 4: 50—52 (In Russ.)]. [eLibrary ID: 37064698](#)
9. Solomonov M., Itzhak J.B., Levin A., Katzenell V., Shemesh A. Successful orthograde treatment of dens invaginatus Type 3 with a main C-shaped canal based on cone-beam computed tomography evaluation. — *J Conserv Dent.* — 2016; 19 (6): 587—590. [PMID: 27994325](#)
10. Bud M., Jitaru S., Lucaciu O., Korkut B., Dumitrascu-Timis L., Ionescu C., Cimpean S., Delean A. The advantages of the dental operative microscope in restorative dentistry. — *Med Pharm Rep.* — 2021; 94 (1): 22—27. [PMID: 33629044](#)
11. Honap M.N., Devadiga D., Hegde M.N. To assess the occurrence of middle mesial canal using cone-beam computed tomography and dental operating microscope: An in vitro study. — *J Conserv Dent.* — 2020; 23 (1): 51—56. [PMID: 33223642](#)
12. Петрухина Н.Б., Зорина О.А., Борискина О.А., Беркутова И.С., Венедиктова В.А., Салтовец Р.Р. Клинико-рентгенологическая оценка анатомо-топографического строения корневых каналов зубов у пациентов разных возрастных групп. — *Стоматология.* — 2020; 5: 32—37 [Petrukhina N.B., Zorina O.A., Boriskina O.A., Berkutova I.S., Venediktova V.A., Saltovets R.R. Clinical and radiological assessment of the anatomical and topographic structure of the root canals of teeth in patients of different age groups. — *Stomatology.* — 2020; 5: 32—37. (In Russ.)]. [eLibrary ID: 44027955](#)
13. Петрухина Н.Б., Зорина О.А., Венедиктова В.А. Механизмы возрастных изменений морфологии системы пульпы первых нижних моляров. — *Стоматология.* — 2022; 2: 19—24 [Petrukhina N.B., Zorina O.A., Venediktova V.A. Mechanisms of age-related changes in the morphology of the pulp system of the first lower molars. — *Stomatology.* — 2022; 2: 19—24. (In Russ.)]. [eLibrary ID: 48239901](#)
14. Chaleefong M., Prapayasatok S., Nalampang S., Louwakul P. Comparing the pulp/tooth area ratio and dentin thickness of mandibular first molars in different age groups: A cone-beam computed tomography study. — *J Conserv Dent.* — 2021; 24 (2): 158—162. [PMID: 34759582](#)
15. Alraies A., Alaidaroos N.Y., Waddington R.J., Moseley R., Sloan A.J. Variation in human dental pulp stem cell ageing profiles reflect contrasting proliferative and regenerative capabilities. — *BMC Cell Biol.* — 2017; 18 (1): 12. [PMID: 28148303](#)
16. Sato M., Kawase-Koga Y., Yamakawa D., Fujii Y., Chikazu D. Bone regeneration potential of human dental pulp stem cells derived from elderly patients and osteo-induced by a helioxanthin derivative. — *Int J Mol Sci.* — 2020; 21 (20): 10. [PMID: 33086667](#)
17. Рабинович И.М., Снегирев М.В., Голубева С.А., Мархеев Ч.И. Инвазивная цервикальная резорбция твердых тканей зуба. — *Стоматология.* — 2022; 1: 73—78 [Rabinovich I.M., Snegirev M.V., Golubeva S.A., Markheev C.I. External cervical tooth root resorption. — *Stomatology.* — 2022; 1: 73—78. (In Russ.)]. [eLibrary ID: 48239891](#)
18. Yan W., Montoya C., Øilo M., Ossa A., Paranjpe A., Zhang H., Aro-la D. Reduction in Fracture Resistance of the Root with Aging. — *J Endod.* — 2017; 43 (9): 1494—1498. [PMID: 28712639](#)
19. Özdemir R.B., Özdemir A.T., et al. Age-related changes in the immunomodulatory effects of human dental pulp derived mesenchymal stem cells on the CD4 (+) T cell subsets. — *Cytokine.* — 2021; 138: 155367. [PMID: 33223447](#)
20. Aminoshariae A., Kulild J.C., Mickel A., Fouad A.F. Association between Systemic Diseases and Endodontic Outcome: A Systematic Review. — *J Endod.* — 2017; 43 (4): 514—519. [PMID: 28190585](#)
21. Borrás C., Mas-Bargues C., et al. BCL-xL, a mitochondrial protein involved in successful aging: from *C. elegans* to human centenarians. — *Int J Mol Sci.* — 2020; 21 (2): 10. [PMID: 31936510](#)
22. Riedlinger T., Liefke R., Meier-Soelch J., Jurida L., Nist A., Stiewe T., Kracht M., Schmitz M.L. NF-κB p65 dimerization and DNA-binding is important for inflammatory gene expression. — *FASEB J.* — 2019; 33 (3): 4188—4202. [PMID: 30526044](#)