

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-4-113-120

УДК: 616.31-07

ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В КЛИНИЧЕСКОЙ ПАРОДОНТОЛОГИИ: КОМПЛЕКСНОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ПАЦИЕНТОВ С ЗАБОЛЕВАНИЯМИ ПАРОДОНТА

Светлакова Е. Н., Легких А. В., Нерсесян П. М., Брусницына Е. В., Закиров Т. В.,
Иощенко Е. С., Клевакин А. Ю., Ивашов А. С., Григорьева П. В.

Уральский государственный медицинский университет, г. Екатеринбург, Россия

Аннотация

Ранняя диагностика заболеваний пародонта и прогнозирование их развития — безусловно, актуальная проблема современной стоматологии. По данным эпидемиологических исследований, распространенность заболеваний пародонта с возрастом стремится к 100%, уступая только кариесу. Использование цифровых технологий в комплексном обследовании пациентов с заболеваниями пародонта позволяет уверенно контролировать, сохранять и сравнивать результаты пародонтологического лечения, повышает уровень мотивации пациентов, а также исключает какую-либо субъективность при диагностике патологии.

Предмет исследования — применение цифровых технологий в комплексном обследовании пациентов с заболеваниями пародонта.

Цель — обоснование применения цифровых методов диагностики в пародонтологии.

Материалы и методы. Исследование проводили на основе поиска и изучения оригинальных статей по цифровым технологиям в диагностике заболеваний пародонта в базах данных: Российская государственная библиотека, eLibrary, PubMed, The Cochrane Library, Google Scholar. Основной отбор материалов осуществлялся по ключевым словам. Рассматривались публикации, вышедшие в период с 2014 по 2024 год, доступные в полном тексте, оцениваемые на предмет пригодности.

Результаты. Применение таких инструментов, как Florida Probe, T-scan, интраоральное сканирование, а также эндоскопических технологий, лазерной доплеровской флоуметрии позволяет устранить субъективность в процессе диагностики патологий.

Выводы. Цифровые технологии адаптируют работу врача-стоматолога, позволяя более рационально распределить время и усилия специалиста, а для пациентов являются отличной мотивацией продолжать лечение и соблюдать гигиену, то есть повышают комплаентность, что положительно сказывается на стоматологическом здоровье населения.

Ключевые слова: диагностика заболеваний пародонта, пародонтит, гингивит, цифровые технологии, Florida Probe, T-scan, интраоральное сканирование, лазерная доплеровская флоуметрия, денситометрия, конусно-лучевая компьютерная томография

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Елена Николаевна СВЕТЛАКОВА ORCID ID 0000-0002-7592-8343

д.м.н., доцент кафедры терапевтической стоматологии и профилактики стоматологических заболеваний, Уральский государственный медицинский университет, г. Екатеринбург, Россия
svet_anell1@mail.ru

Александр Владимирович ЛЕГКИХ ORCID ID 0000-0002-9159-2165

к.м.н., доцент кафедры терапевтической стоматологии и профилактики стоматологических заболеваний, Уральский государственный медицинский университет, г. Екатеринбург, Россия
lyogkih@ya.ru

Петрос Маисович НЕРСЕСЯН ORCID ID 0000-0003-0748045X

к.м.н., ассистент кафедры хирургической стоматологии, оториноларингологии и челюстно-лицевой хирургии, Уральский государственный медицинский университет, г. Екатеринбург, Россия
nersesyun_petros@mail.ru

Елена Викторовна БРУСНИЦЫНА ORCID ID 0000-0002-5089-0828

к.м.н., ассистент кафедры стоматологии детского возраста и ортодонтии, Уральский государственный медицинский университет, г. Екатеринбург, Россия
lb1@mail.ru

Тарас Валерьевич ЗАКИРОВ ORCID ID 0000-0002-3591-0608

к.м.н., ассистент кафедры стоматологии детского возраста и ортодонтии, Уральский государственный медицинский университет, г. Екатеринбург, Россия
sekir-zakirov@mail.ru

Евгений Сергеевич ИОЩЕНКО ORCID ID 0000-0002-2470-4614

к.м.н., ассистент кафедры стоматологии детского возраста и ортодонтии, Уральский государственный медицинский университет, г. Екатеринбург, Россия
ioshenko@yandex.ru

Андрей Юрьевич КЛЕВАКИН ORCID ID 0009-0005-9686-5491

ассистент кафедры хирургической стоматологии, оториноларингологии и челюстно-лицевой хирургии, Уральский государственный медицинский университет, г. Екатеринбург, Россия
andrey.klevakin@yandex.ru

Александр Сергеевич ИВАШОВ ORCID ID 0000-0001-5329-1356

к.м.н., доцент кафедры терапевтической стоматологии и профилактики стоматологических заболеваний, Уральский государственный медицинский университет, г. Екатеринбург, Россия
sashaivashov@gmail.com

Полина Викторовна ГРИГОРЬЕВА ORCID ID 0009-0005-3756-6192

ординатор кафедры стоматологии детского возраста и ортодонтии, врач-стоматолог клинического отделения № 1 стоматологической клиники, Уральский государственный медицинский университет, г. Екатеринбург, Россия
semenova.polina2010@yandex.ru

Адрес для переписки: Полина Викторовна ГРИГОРЬЕВА

+7 (922) 2259939

620028, г. Екатеринбург, ул. Токарей, д. 29а

semenova.polina2010@yandex.ru

Образец цитирования:

Светлакова Е. Н., Легких А. В., Нерсесян П. М., Брусницына Е. В., Закиров Т. В., Иощенко Е. С., Клевакин А. Ю., Ивашов А. С., Григорьева П. В.

ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В КЛИНИЧЕСКОЙ ПАРОДОНТОЛОГИИ: КОМПЛЕКСНОЕ

ОБСЛЕДОВАНИЕ ПАЦИЕНТОВ С ЗАБОЛЕВАНИЯМИ ПАРОДОНТА. Проблемы стоматологии. 2024; 4: 113-120.

© Светлакова Е. Н. и др., 2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-4-113-120

Поступила 25.11.2024. Принята к печати 28.12.2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-4-113-120

APPLICATION OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN CLINICAL PERIODONTOLOGY: COMPREHENSIVE EXAMINATION OF PATIENTS WITH PERIODONTAL DISEASES

Svetlakova E.N., Lyogkih A.V., Nersesyan P.M., Brusnitsyna E.V., Zakirov T.V.,
Ioshenko E.S., Klevakin A.Yu., Ivashov A.S., Grigoreva P.V.

Ural State Medical University, Yekaterinburg, Russia

Annotation

Early diagnosis of periodontal diseases and prediction of their development is an urgent problem of modern dentistry. According to epidemiological studies, the prevalence of periodontal diseases with age approaches 100%, second only to caries. The use of digital technologies in the comprehensive examination of patients with periodontal diseases allows you to monitor, save, compare the results of periodontal treatment, increases the level of motivation of patients and eliminates subjectivity in the diagnosis of pathology.

Subject. The use of digital technologies in the comprehensive examination of patients with periodontal diseases.

Objectives. Substantiation of the use of digital diagnostic methods in periodontology.

Methodology. The study was conducted on the basis of searching and studying original articles on digital technologies in the diagnosis of periodontal diseases in databases: Russian State Library, eLibrary, PubMed, The Cochrane Library, Google Scholar. The main selection of materials was carried out by keywords. The publications published in the period from 2014 to 2024, available in full text, evaluated for suitability, were considered.

Results. The use of tools such as Florida Probe, T-scan, intraoral scanning, endoscopic technologies, laser Doppler flowmetry allows you to eliminate subjectivity in the diagnosis of pathologies.

Conclusion. Digital technologies adapt the work of a dentist, allocate time and efforts of a specialist more rationally, and are an excellent motivation for patients to continue treatment and maintain hygiene, which increases compliance and, therefore, has a positive effect on the dental health of the population.

Keywords: diagnosis of periodontal diseases, periodontitis, gingivitis digital technologies, Florida Probe, T-scan, intraoral scanning, laser Doppler flowmetry, densitometry, cone beam computed tomography

The authors declare no conflict of interest.

Elena N. SVETLAKOVA ORCID ID 0000-0002-7592-8343

Grand PhD in Medical Sciences, Associate Professor, Department of Therapeutic Dentistry and Propaedeutics of Dental Diseases, Ural State Medical University, Yekaterinburg, Russia
svet_anel11@mail.ru

Alexander V. LEGKIKH ORCID ID 0000-0002-9159-2165

PhD in Medical Sciences, Associate Professor, Department of Therapeutic Dentistry and Propaedeutics of Dental Diseases, Ural State Medical University, Yekaterinburg, Russia
lyogkih@ya.ru

Petros M. NERSESYAN ORCID ID 0000-0003-0748045X

PhD in Medical Sciences, Associate Professor, Department of Surgical Dentistry, Otolaryngology and Maxillofacial Surgery, Ural State Medical University, Yekaterinburg, Russia
nersesyan_petros@mail.ru

Elena V. BRUSNITSYNA ORCID ID 0000-0002-5089-0828

PhD in Medical Sciences, Associate Professor, Department of Pediatric Dentistry and Orthodontics, Ural State Medical University, Yekaterinburg, Russia
lb1@mail.ru

Taras V. ZAKIROV ORCID ID 0000-0002-3591-0608

PhD in Medical Sciences, Associate Professor, Department of Pediatric Dentistry and Orthodontics, Ural State Medical University, Yekaterinburg, Russia
sekir-zakirov@mail.ru

Evgeniy S. IOSHENKO ORCID ID 0000-0002-2470-4614

PhD in Medical Sciences, Associate Professor, Department of Pediatric Dentistry and Orthodontics, Ural State Medical University, Yekaterinburg, Russia
ioshenko@yandex.ru

Andrey Yu. KLEVAKIN ORCID ID 0009-0005-9686-5491

Associate Professor, Department of Surgical Dentistry, Otolaryngology and Maxillofacial Surgery, Ural State Medical University, Yekaterinburg, Russia

Alexander S. IVASHOV ORCID ID 0000-0001-5329-1356

PhD in Medical Sciences, Associate Professor, Department of Therapeutic Dentistry and Propaedeutics of Dental Disease, Ural State Medical University, Yekaterinburg, Russia
sashaivashov@gmail.com

Polina V. GRIGOREVA ORCID ID 0009-0005-3756-6192

Postgraduate Student of the Department of Pediatric Dentistry and Orthodontic, Ural State Medical University, Yekaterinburg, Russia

Correspondence address: Polina V. GRIGOREVA

+7 (922) 2259939

29a Tokarey str., Yekaterinburg, 620028

semenova.polina2010@yandex.ru

For citation:

Svetlakova E.N., Lyogkih A.V., Nersesyan P.M., Brusnitsyna E.V., Zakirov T.V., Ioshenko E.S., Klevakin A.Yu., Ivashov A.S., Grigoreva P.V.
APPLICATION OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN CLINICAL PERIODONTOLOGY: COMPREHENSIVE EXAMINATION
OF PATIENTS WITH PERIODONTAL DISEASES. *Actual problems in dentistry*. 2024; 4: 113-120. (In Russ.)

© Svetlakova E.N. et al., 2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-4-113-120

Received 25.11.2024. Accepted 28.12.2024

Введение

В структуре стоматологических заболеваний все чаще преобладают воспалительные заболевания пародонта. По данным эпидемиологических исследований, распространенность заболеваний пародонта с возрастом стремится к 100%, уступая только кариесу [1–4]. Воспалительные заболевания пародонта — распространенная проблема среди населения Уральского региона. Они затрагивают от 72 до 100% людей в возрасте 35–44 лет.

Это обуславливает потребность в разработке новых и улучшении существующих методов диагностики, лечения и профилактики заболеваний пародонта. Ранняя диагностика заболеваний пародонта и прогнозирование их развития — актуальная проблема современной стоматологии [5].

Наиболее часто в качестве оценки первичного статуса пациентов используют данные клинического осмотра, пародонтального зондирования, а также определение индексной оценки состояния полости рта [6, 7].

Однако цифровые технологии стали неотъемлемой частью современной стоматологии, в том числе и в пародонтологии. Использование цифровых технологий, таких как Florida Probe, T-scan, интраоральное сканирование, эндоскопической техники, лазерной доплеровской флоуметрии, рентгенологических методов помогает контролировать, сохранять, сравнивать результаты пародонтологического лечения, повышает уровень мотивации пациентов, а также исключает субъективность при диагностике патологии.

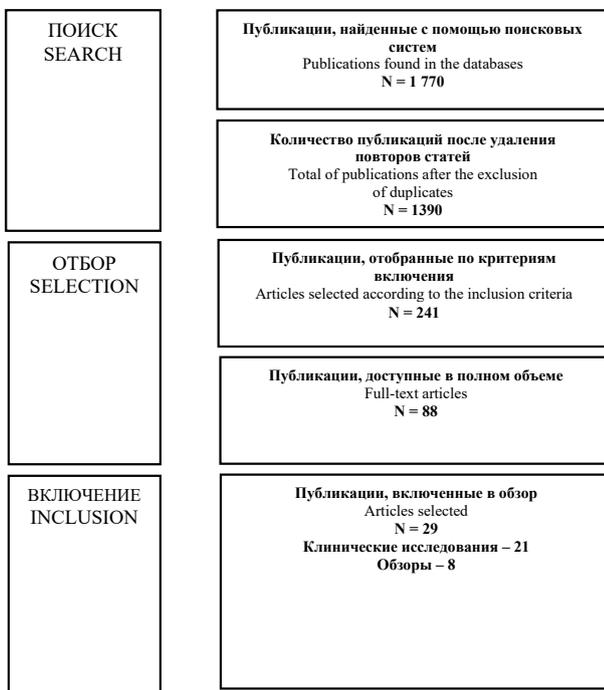


Рис. 1. Процесс поиска и отбора публикаций для исследования
Fig. 1. The process of searching and selecting publications for research

Цель — обоснование применения современных цифровых методов диагностики в пародонтологии с целью совершенствования методов лечения и профилактики.

Материалы и методы

Методология данного исследования соответствует требованиям для систематических обзоров (PRISMA) [8]. Исследование проводили на основе поиска и изучения оригинальных статей по цифровым технологиям в диагностике заболеваний пародонта в базах данных: Российская государственная библиотека, eLibrary, PubMed, The Cochrane Library, Google Scholar. Глубина научного поиска составила 10 лет (2014–2024 гг.). Из обнаруженных статей по проблеме путем селективного поиска по ключевым словам были отобраны наиболее актуальные на сегодняшний день работы (рис. 1).

Критерии включения публикаций: в публикациях приведены результаты исследований *in vivo* и *in vitro*, рандомизированные контролируемые исследования, в которых принимали участие пациенты от 14 лет и старше с хроническими заболеваниями пародонта, обзорные статьи. В исследованиях описана диагностика заболеваний пародонта с помощью цифровых технологий с помощью Florida Probe, T-scan интраорального сканирования, эндоскопической техники, лазерной доплеровской флоуметрии, денситометрии и анализа плотности костной ткани при проведении конусно-лучевой компьютерной томографии.

Критерии исключения публикаций: возраст до 14 лет, испытания на животных, метаанализы, применение методов цифровой диагностики вне полости рта.

Результаты исследования и их обсуждение

Florida Probe представляет собой систему, состоящую из компьютерного интерфейса, зондирующего устройства, кодирующего оптического устройства, посредством которого данные отправляются в компьютер, ножного переключателя для осуществления регистрации данных, соединительных кабелей, специального программного обеспечения [9]. Зондирующее устройство (рис. 2) представляет собой титановый зонд с подвижной трубкой-муфтой диаметром 0,5 мм, которая обеспечивает плавность зондирования с постоянной величиной давления 20 г/см².

Обследование с использованием системы Florida Probe начинается с заполнения персональной страницы



Рис. 2. Исследование тканей пародонта с помощью электронного зондирующего устройства Florida Probe

Fig. 2. Examination of periodontal tissues using an electronic probing device "Florida Probe"

пациента, где указываются его личные данные, вносятся внутриротовые фотографии, а также информация о состоянии полости рта. Затем проводится пародонтальное обследование и зондирование зубодесневой борозды, регистрируются основные клинические параметры состояния пародонта. Зондирующим устройством проводят зондирование в 192 точках, обследуя каждый зуб в 6 точках.

Процедура обследования безболезненна и комфортна для пациента [9]. Компьютер воспроизводит голосовое сообщение о кровоточивости десен, глубине карманов, гноетечении, рецессии и гиперплазии десны, подвижности зубов, степень поражения фуркации, налет на зубах. После зондирования программа создает одонтопародонтограмму (рис. 3) с информацией о состоянии десен. Если есть зубной налет, программа определяет гигиенический индекс.

Звуковое сопровождение мотивирует пациента следить за состоянием своего стоматологического здоровья. Пародонтальная карта содержит информацию о клинических кодах и позволяет врачу и пациенту оценить успешность лечения. Преимущество этой программы заключается в сохранении предыдущих исследований для оценки эффективности лечения и отслеживания динамики заболевания.

Система Florida Probe позволяет на качественно новом уровне выполнить диагностику заболеваний с точностью измерения деструктивных поражений до 0,2 мм, что в 10 раз точнее мануальных измерений. Использование зондирующего устройства позволяет

исключить субъективность измерений. Время исследования Florida Probe занимает в среднем 16,8 мин., позволяет получить пародонтальную карту пациента, включающую 6 основных параметров [10].

Florida Probe применяется при первом обращении, профилактических осмотрах и последующих визитах, является дополнительным диагностическим инструментом при планировании комплексного лечения, включая прогнозирование успешности его проведения и ортодонтическую подготовку. Время обследования занимает 15–20 минут, не требует привлечения дополнительного медицинского персонала для фиксации проведенных измерений — они проводятся в автоматическом режиме. Таким образом, программа сокращает время обследования в 3–4 раза и помогает систематизировать работу с пациентами. Процесс восприятия информации пациентом улучшается благодаря цветным графическим таблицам и аудиосопровождению. Это оказывает глубокое психологическое воздействие на пациента, меняет его отношение к пародонтологическому заболеванию и стимулирует ответственное выполнение рекомендаций врача. Пациент подсознательно больше доверяет врачу, использующему в своей практике новейшие научные разработки и технологии [11].

T-scan в пародонтологии

В настоящее время взаимосвязь между заболеваниями пародонта и нарушениями окклюзии не вызывает сомнений. Неправильная окклюзия характеризуется аномальным положением зубов, их наклоном

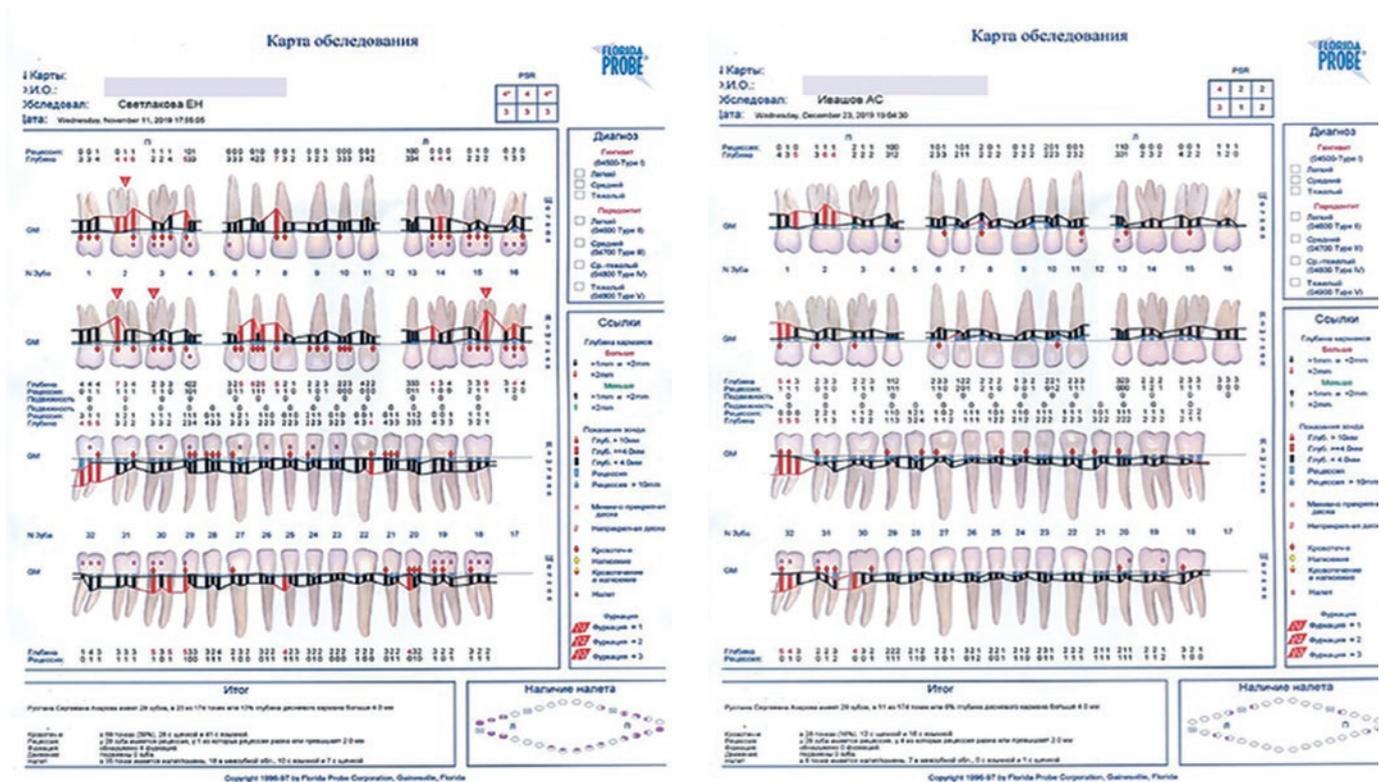


Рис. 3. Пародонтальная карта Florida Probe до и после пародонтологического лечения

Fig. 3. Periodontal card "Florida Probe" before and after periodontal treatment

и ротацией, что приводит к несоответствию оси приложения окклюзионных сил с осью зуба. В результате жевательные нагрузки становятся избыточными, что может привести к травме пародонта. В случае поврежденного пародонта чрезмерная окклюзионная нагрузка способствует распространению воспалительного процесса на более глубокие пародонтальные структуры, усугубляя состояние пародонта [12]. Для контроля окклюзии применяют копировальную бумагу, электромиографию, среди цифровых методов диагностики используют T-scan.

T-scan — цифровая система для диагностики окклюзии. Ее основные составляющие — чувствительный датчик, представляющий собой сенсорную пленку, которую пациент накусывает, и компьютерная программа. Сенсоры на пленке расположены в виде сетки, их количество варьируется от 1122 до 11370 в зависимости от размера датчика. Расстояние между сенсорами составляет всего 0,25 мм, что объясняет высокую точность и чувствительность системы [13–16]. Сенсор состоит из верхнего и нижнего слоев, между которыми расположен полупроводник толщиной 15 мкм, который регистрирует контакты зубов-антагонистов. Все визуализируется в виде клеток на зубной дуге в 2D-изображении с процентной характеристикой окклюзионной нагрузки. Жевательное давление, оказываемое на каждый зуб, изображено на 3D-изображении в виде цветных столбцов (рис. 4). Максимальная окклюзионная нагрузка обозначена красным, а мини-

мальная — синим цветом. Кроме этого, обеспечивается визуализация зубных дуг.

Технология T-scan дает возможность анализировать смыкание зубов по разным параметрам: процент распределения нагрузки на каждый зуб, точное расположение суперконтакта на поверхности зуба, процент приложения силы на правую и левую стороны, динамическое смыкание челюстей от первого до последнего контакта и изменение окклюзии в динамике, последовательность появления окклюзионных контактов. T-scan является точным и быстрым методом, который позволяет оценить общий баланс окклюзии, а также диагностировать косвенные признаки бруксизма.

Интраоральное сканирование

Принцип действия сканера основан на оптических технологиях, сканер делает 4000 фотографий в секунду и создает трехмерную модель (рис. 5.), состоящую из множества мелких треугольников-полигонов, которую сохраняет в файл формата STL.

Внутриротовое сканирование более удобно для лечения пародонтологических пациентов, поскольку исключает необходимость снимать слепки и изготавливать гипсовые модели. Благодаря интраоральному сканированию оценка состояния мягких тканей, окклюзии становятся более комфортной для пациента [6]. В исследовании К. М. Lehmann [16] и соавторов было показано, что внутриротовые сканеры могут точно измерять изменения уровня рецессии десны и контролировать объемное прогрессирование мягких тканей пародонта. Сравнивая результаты измерений рецессии, полученных с помощью прямого пародонтального зонда, измерений на гипсовых моделях с использованием штангенциркуля, измерений по сканам гипсовых моделей и цифровых измерений на внутриротовых сканерах челюстей, они обнаружили, что наибольшие различия между результатами наблюдались при использовании зондирования, а наилучшие результаты были получены при внутриротовом сканировании.

Авторы пришли к выводу, что цифровые технологии уменьшают погрешности измерений по сравнению с традиционными методами, что может повысить достоверность и надежность будущих исследований. Внутриротовое сканирование может быть более информативным, чем не прямое лабораторное сканирование, для оценки преддверия полости рта или патологически прикрепленных уздечек. Измерения, полученные с помощью зондирования и внутриротового сканирования, сопоставимы и могут использоваться вместе, дополняя друг друга.

Эндоскопические технологии в пародонтологии

Эндоскопия — инновационный подход к диагностике и терапии пародонтита, который активно внедряется в пародонтологию. Этот метод предоставляет специалистам детальную информацию о здоровье тканей полости рта и пародонта, а также позволяет осуществлять лечение с повышенной точностью.

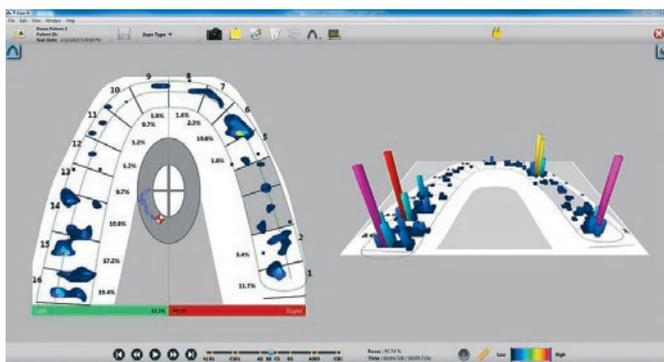


Рис. 4. Диагностика с помощью аппарата T-scan
Fig. 4. Diagnostics using T-scan

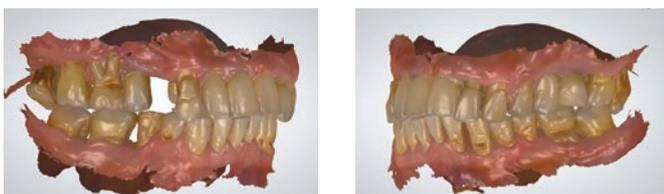


Рис. 5. Интраоральное сканирование пациента 3, возраст 51 год. Хронический генерализованный пародонтит тяжелой степени тяжести, сопутствующие состояния — трансплантация почки, прием цитостатиков в течение 12 лет

Fig. 5. Intraoral scan of the patient Z age 51. Chronic generalized periodontitis of severe severity, concomitant conditions – kidney transplantation, taking cytostatics for 12 years

Одно из главных преимуществ использования эндоскопии в пародонтологии — возможность детально рассмотреть труднодоступные участки полости рта. Благодаря эндоскопическим камерам и инструментам, которые вводятся через небольшие зонды, врачи могут точнее и эффективнее обследовать проблемные области и проводить лечение.

Эндоскопия помогает обнаружить патологические изменения в тканях десен, корней зубов и пародонтальных карманов, что способствует более точной оценке степени и характера заболевания. Это позволяет выбрать оптимальный метод лечения [18, 19].

Лазерная доплеровская флоуметрия (ЛДФ)

Среди функциональных методов исследований тканей пародонта выделяют пробу Кулаженко, полярографию, оксиметрию. Однако в публикациях чаще встречается проведение лазерной доплеровской флоуметрии — 36,9% публикаций.

Лазерная доплеровская флоуметрия представляет собой анализ соотношения активных и пассивных механизмов регуляции кровотока в микрососудах, позволяет определить степень микроциркуляторных нарушений. Метод ЛДФ дает возможность оценивать тонус микрососудов, используя амплитуды колебаний микрокровотока, которые зависят от интенсивности сокращения мышечной стенки сосудов и диаметра их просвета.

Зонд устанавливается перпендикулярно поверхности слизистой оболочки в контакте, но без выраженного давления для устранения воздействия на сосуд. Точки измерения — маргинальная и альвеолярная десна на уровне середины коронки левого центрального резца нижней челюсти. Измерение производится не менее 4 минут.

При гингивите усиливается пассивная модуляция микроциркуляции через венолярное звено. В случае пародонтита происходит ослабление как активной, так и пассивной модуляции кровотока.

ЛДФ-мониторинг с использованием отечественного аппарата ЛАКК-02 в стоматологии открывает широкие возможности для диагностики, выбора способа коррекции и оценки результативности лечения [18–21].



Рис. 6. Проведение лазерной доплеровской флоуметрии
Fig. 6. Conducting laser Doppler flowmetry

Применение цифровых методов рентгенодиагностики

Применение цифровых методов рентгенодиагностики и их анализ с помощью программного обеспечения позволяет создавать, архивировать и проводить анализ данных рентгенограмм, выявлять патологические изменения, а также проводить оценку минеральной плотности костной ткани.

Среди современных цифровых рентгенологических методов в пародонтологии используются денситометрия и конусно-лучевая компьютерная томография.

Денситометрия костей — метод определения их минеральной плотности, прочности, костной массы, он служит для выявления состояния остеопороза, а также оценки динамики изменений и эффекта лечения. Рентгенологическое исследование проводится с исследованием поясничного отдела позвоночника, проксимального отдела бедра, дистального отдела предплечья, а также других участков скелета. Метод денситометрии основан на сопоставлении денситометрических показателей изучаемой костной ткани с эталоном. При проведении денситометрии используют Т-критерий. Он отражает разницу между полученным результатом и среднестатистической пиковой (наибольшей) плотностью костной ткани. Т-критерий до $-1,0$ характеризует состояние нормы плотности костной ткани. Т-критерий при показателях от $-1,0$ до $-2,5$ соответствует состоянию остеопении, при показателях Т-критерия менее $-2,5$ отмечается состояние остеопороза костной ткани [22].

При остеопорозе снижается минеральная плотность костной ткани в альвеолярных отростках челюстей, что приводит к прогрессированию воспаления в тканях пародонта, а также к ухудшению клинического прогноза лечения пародонтита [23–29].

При проведении конусно-лучевой компьютерной томографии становится возможным анализ уровня костной ткани альвеолярных отростков, а также определение плотности тканей пародонта, измеряемой в единицах Хаунсфилда (у. ед., HU). Хаунсфилд определил плотность дистиллированной воды при стандартных условиях как нулевую единицу рентгеновской плотности (HU). Плотность воздуха принята за 1024 HU. Диапазон средних значений шкалы для плотных структур составляет от 662 до 3071 HU [26].

У пациентов с хроническим генерализованным пародонтитом оптическая плотность костной ткани снижается, степень снижения коррелирует со степенью тяжести заболевания [23]. При проведении анализа плотности костной ткани на компьютерном томографе GALILEOS норма составляет 2200–2300 у. ед. серого; 1600 у. ед. серого является критическим значением при планировании дентальной имплантации [28].

Выводы

На основании проведенного анализа литературы можно сделать вывод, что наиболее часто в качестве оценки первичного статуса пациентов используются

данные клинического осмотра, данные пародонтального зондирования (100%), проведение индексов РМА — в 92% исследований, Silness–Loe — в 74%, из индексов гигиены наиболее часто исследователи выбирают индекс Greene–Vermillion. Подробный сбор данных обследования требует значительных временных затрат, привлечения дополнительного персонала для записи данных; при этом исследование Florida Probe занимает в среднем 16,8 мин. и позволяет получить пародонтальную карту пациента, включающую 6 основных параметров, но используется только в 15% клинических исследований.

В 64% исследований контроль окклюзии проводится с помощью копировальной бумаги, в 43% — электромиографии, в 13,4% — случаев с помощью окклюзионных ночных кап (типа bruxchaker), и лишь в 8,7% случаев исследования проводились с применением T-scan.

Среди функциональных исследований авторы отмечают применение пробы Кулаженко (насос Комовского), полярографию, оксиметрию. Данные исследования единичны, и нет возможности провести анализ частоты применения в исследованиях. Чаще в публикациях встречается проведение лазерной доплеровской флоуметрии — 36,9% публикаций.

Среди рентгенологических методов исследования в 21% случаев проводят оценку прицельных рентгенограмм с позиционером, в 67,3% — ортопантограммы и в 92% случаев — КЛКТ. Проведение конусно-лучевой

компьютерной томографии расширяет диагностические возможности исследования: помимо изучения высоты, ширины альвеолярного отростка и возможности изменения расстояния до анатомических образований данная аппаратура позволяет проводить денситометрию костной ткани челюстей на этапах планирования, проведения комплексного лечения и поддерживающей терапии.

Интраоральное сканирование в последние 3 года получило широкое распространение. Метод включает в себя оценку мягкотканного профиля, окклюзионные взаимоотношения, является удобным, современным диагностическим инструментом. Встречается в 17,8% исследований и имеет широкие перспективы для развития.

Комплексное использование на стоматологическом приеме таких инструментов, как Florida Probe, T-scan, интраоральное сканирование, эндоскопических технологий, лазерной доплеровской флоуметрии, цифровых рентгенологических методов позволяет устранять субъективность в процессе диагностики патологий, а также проводить обследование пациента более детально. Цифровые технологии адаптируют работу врача-стоматолога к современным реалиям, более рационально распределяют время и усилия специалиста, а для пациентов являются отличной мотивацией продолжать лечение и соблюдать гигиену, что повышает комплаентность и, в конечном итоге, положительно сказывается на стоматологическом здоровье населения.

Литература/References

1. Семенцова Е. А., Светлакова Е. Н., Полушина Л. Г., Мандра Ю. В., Базарный В. В. Диагностика пародонтита: нужны ли инновационные подходы? В: Международный конгресс «Стоматология Большого Урала»: Молодежная научная школа по проблемам фундаментальной стоматологии; 29 ноября — 01 декабря 2017 года; Екатеринбург. Екатеринбург: УГМУ; 2017. С. 117–119. [Semencova E. A., Svetlakova E. N., Polushina L. G., Mandra Y. V., Bazarnyy V. V. Diagnosis periodontitis: do we need innovative approaches? In: International Congress «Dentistry of The great Urals»: Youth scientific school on fundamental dentistry; 2017 November 29-December 1; Yekaterinburg. Yekaterinburg: FSBI НРБ «USMU»; 2017. p. 117–119. (In Russ.).] https://www.elibrary.ru/download/elibrary_36738424_59100320.pdf
2. Слажнева Е. С., Атрушкевич В. Г., Орехова Л. Ю., Лобода Е. С. Распространенность заболеваний пародонта у пациентов с различным индексом массы тела. Пародонтология. 2022;27 (3):202–208. [Slazhneva E. S., Atrushkevich V. G., Orekhova L. Yu., Loboda E. S. Prevalence of periodontal diseases in patients with different body mass index. Periodontology. 2022;27 (3):202–208. (In Russ.).] <https://doi.org/10.33925/1683-3759-2022-27-3-202-208>
3. Фазылова Ю. В. Современные технологии в диагностике заболеваний пародонта. Молодой ученый. 2020; (22):450–452. [Fazylova Yu. V. Modern technologies in the diagnosis of periodontal diseases. Young Scientist. 2020; (22):450–452. (In Russ.).] <https://moluch.ru/archive/312/70729/>
4. Artese H. P. C., Foz A. M., Rabelo M. de S., Gomeset G. H., Orlandi M., Suvan J., et al. Periodontal therapy and systemic inflammation in type 2 diabetes mellitus: a meta-analysis. PLoS One. 2015;10 (5):e0128344. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0128344>
5. Семенцова Е. А., Базарный В. В., Мандра Ю. В., Полушина Л. Г., Светлакова Е. Н. Влияние возраста на пародонтальное здоровье человека. Проблемы стоматологии. 2020; (3):30–36. [Semencova E. A., Bazarnyy V. V., Mandra Y. V., Polushina L. G., Svetlakova E. N. Influence of age on periodontal human health // Actual problems in dentistry. 2020; (3):30–36. (In Russ.).] <https://doi.org/10.18481/2077-7566-2020-16-3-30-36>
6. Ананьева Л. А., Разумова С. Н., Браго А. С., Икрамова Ш. А., Буракова Л. А., Кучерова А. В. Применение 3D-сканирования в пластической пародонтологии. Клиническая стоматология. 2024;27 (1):26–30. [Ananeva L. A., Razumova S. N., Brago A. S., Ikrayeva S. A., Burlakova L. A., Kucherova A. V. The use of 3D-scanning in plastic periodontal surgery. Clinical dentistry. 2024;27 (1):26–30 (In Russ.).] https://doi.org/10.37988/1811-153X_2024_1_26
7. Moher D., Shamseer L., Clarke M., Ghersi D., Liberati A., Petticrew M., et al. Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement. Systematic reviews. 2015;4 (1):1. <https://doi.org/10.1186/2046-4053-4-1>
8. Harrison P. L., Stuhr S., Shaddox L. M. The impact of a modified electronic probe tip design on patient perception of discomfort during periodontal probing using standardized probing force: A randomized controlled trial. Journal of clinical periodontology. 2020;47 (8):933–940. <https://doi.org/10.1111/jcpe.13308>
9. Петренко К. А. Эффективность использования компьютерной системы Florida Probe в диагностике воспалительных заболеваний пародонта. Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2018; (5, pt. 1):24–29. [Petrenko K. A. The relevance employment of florida probe in the diagnosis of inflammatory periodontal diseases. International Journal of Humanities and Natural Sciences. 2018; (5, pt. 1):24–29. (In Russ.).] https://www.elibrary.ru/download/elibrary_35144129_18718697.pdf
10. Gupta N., Rath S. K., Lohra P. Comparative evaluation of accuracy of periodontal probing depth and attachment levels using a Florida probe versus traditional probes. Medical journal, Armed Forces India. 2015;71 (4):352–358. <https://doi.org/10.1016/j.mjafi.2012.02.018>
11. Анисимова М. М. Использование системы T-scan в лечении пациентов с хроническим генерализованным пародонтитом. Молодой ученый. 2023; (32):18–19. [Anisimova M. M. The use of the T-scan system in the treatment of patients with chronic generalized periodontitis. Young Scientist. 2023; (32):18–19 (In Russ.).] <https://moluch.ru/archive/479/105421/>
12. Bozhkova T. P. The T-SCAN System in Evaluating Occlusal Contacts. Folia medica (Plovdiv). 2016;58 (2):122–130. <https://doi.org/10.1515/folmed-2016-0015>
13. Deepika B. A., Ramamurthy J. Evaluation of occlusal pattern in periodontitis patients using T-scan analysis. Journal of advanced pharmaceutical technology & research. 2022;13 (Suppl 1):S265–S271. https://doi.org/10.4103/japtr.japtr_225_22
14. Булычева Е. А., Булычева Д. С. Использование диагностического сканера «T-SCAN» для анализа окклюзионных взаимоотношений зубных рядов в практике врача-стоматолога ортопеда. В: Цимбалистов А. В. и др., ред. Стоматология славянских государств: Сборник трудов по материалам VIII Международной научно-практической конференции; 30 октября 2015 года; Белгород. Белгород: ИД «Белгород»; 2015. С. 50–53 [Bulycheva E. A., Bulycheva D. S. The use of the diagnostic scanner «T-SCAN» for the analysis of occlusal relationships of dentition in the practice of an orthopedic dentist. In: Tsymbalistov A. V., et al., eds. Dentistry of the Slavic states: A collection of works based on the materials of the VIII International Scientific and Practical Conference; October 30, 2015; Belgorod. Belgorod: Publishing house «Belgorod»; 2015. p. 50–53 (In Russ.).] https://www.elibrary.ru/download/elibrary_26318529_68626840.pdf

17. Lehmann K. M., Kasaj A., Ross A., Kämmerer P. W., Wagner W., Scheller H. A new method for volumetric evaluation of gingival recessions: a feasibility study. *Journal of periodontology*. 2012;83 (1):50–54. <https://doi.org/10.1902/jop.2011.110143>
18. Орехова Л. Ю., Артемьев Н. А., Биричева О. А., Кропотина А. Ю., Кучумова Е. Д., Нейзберг Д. М. Современное представление о применении эндоскопической техники на пародонтологическом приеме. Систематический обзор. *Пародонтология*. 2023;28 (1):19–30. [Orekhova L. Y., Artemiev N. A., Biricheva O. A., Kropotina A. Y., Kuchumova E. D., Neisberg D. M. Modern understanding of endoscopy technology at a periodontal appointment: a systematic review. *Periodontology*. 2023;28 (1):19–30. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.33925/1683-3759-2023-28-1-19-30>
19. Liao Y. T., Liu Y., Jiang Y., Ouyang X. Y., He L., An N. A clinical evaluation of periodontal treatment effect using periodontal endoscope for patients with periodontitis: a smith mouth controlled study. *Chinese journal of stomatology*. 2016;51 (12):722–727. Chinese. <https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1002-0098.2016.12.005>
20. Коровкин В. В., Ипполитов Ю. А., Коровкина А. Н. Оценка нелинейных динамических процессов и колебательного контура микроциркуляторного русла тканей пародонта методом лазерной доплеровской флоуметрии. *Вестник новых медицинских технологий*. 2015; (2):11. [Korovkin V. V., Ippolotov Yu. A., Korovkina A. N. Estimation of non-linear dynamic processes and oscillating circuit of microcirculation bed in periodontal tissues by laser doppler flowmetry. *Journal of New Medical Technologies*. 2015; (2):11. (In Russ.)]. <http://vnmt.ru/Bulletin/E2015-2/5160.pdf>
21. Firkova E., Bouka M. Laser Doppler flowmetry in assessing periodontal conditions and diseases. *Journal of IMAB*. 2019; (3):2599–2602. <https://doi.org/10.5272/jimab.2019253.2599>
22. Николаюк В. И., Карпенко Е. А., Кабанова А. А. Денситометрия в диагностике патологии челюстно-лицевой области. *Вестник УГМУ*. 2015;14 (5):114–120. [Nikolayuk V. I., Kabanova A. A., Karpenko E. A. Densitometry in the diagnosing of maxillo-facial area pathologies. *Vestnik UGMU*. 2015;14 (5):114–120. (In Russ.)]. https://vestnik.vsmu.by/downloads/2015/5/2015_14_5_114-120.pdf
23. Еловикова Т. М., Саблина С. Н., Григорьев С. С., Мандра Ю. В., Вольхина В. Н., Маренкова М. Л., и др. Особенности состояния зубов и пародонта у женщин пожилого возраста с сахарным диабетом и остеопорозом. *Проблемы стоматологии*. 2022;18 (3):90–95. [Elovicova T. M., Sablina S. N., Grigoriev S. S., Mandra Y. V., Vol'hina V. N., Marenkova M. L., et al. Specific characteristics of dental health and periodontal conditions in elderly women with diabetes mellitus and osteoporosis. *Actual problems in dentistry*. 2022;18 (3):90–95. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.18481/2077-7566-2022-18-3-90-95>
24. Жулев Е. Н., Федосеев И. Г., Алексеева Н. А. Состояние микроциркуляции тканей пародонта у пациентов с рецессией десны и искусственными коронками. *Современные проблемы науки и образования*. 2015; (4). [Zhulev E. N., Fedoseev I. G., Alekseeva N. A. Status of the periodontal tissue microcirculation in patients with gingival recession and artificial crowns. *Modern problems of science and education*. 2015; (4). (In Russ.)]. <https://science-education.ru/ru/article/view?id=20523>
25. Абдурахманова М. Ш., Амхадова М. А., Кхир Бек М., Амхадов И. С., Писаренко И. К. Аналитическая оценка современных методов диагностики височно-нижнечелюстных расстройств. *Вестник последипломного образования в сфере здравоохранения*. 2020; (4):74–82. [Abdurakhmonova M. Sh., Amkhadov M. A., Khir Bek M., Amkhadov I. S., Pisarenko I. K. Analytical estimation of the modern methods of diagnosis of temporomandibular disorders. *Herald of the institute of postgraduate education in health sphere*. 2020; (4):74–82. (In Russ.)]. https://www.elibrary.ru/download/elibrary_45600732_70814492.pdf
26. Чибисова М. А., Орехова Л. Ю., Серова Н. В. Особенности методики диагностического обследования пациентов с заболеваниями пародонта на конусно-лучевом компьютерном томографе. *Институт стоматологии*. 2014; (1):84–87. [Chibisova M. A., Orekhova L. Y., Serova N. V. Attributes of the method of diagnostics of patients with periodontium diseases using the cone-beam computer tomograph. *The Dental Institute*. 2014; (1):84–87. (In Russ.)]. https://www.elibrary.ru/download/elibrary_22133914_47847573.pdf
27. Хайбуллина Р. Р., Усманова И. Н., Галиаскаров Н. Д., Месропян К. Р., Халилов А. И., Мусин А. Т. Показатели оптической плотности альвеолярной кости пациентов с хроническим генерализованным пародонтитом и бруксизмом. *Уральский медицинский журнал*. 2018; (4):34–37. [Haibullina R. R., Usmanova I. N., Galiaskarov N. D., Mesropyan K. R., Halilov A. I., Musin A. T. The indicators of optical density of the alveolar bone of patients with chronic generalized parodontitis and bruxism. *Ural Medical Journal*. 2018; (4):34–37. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.25694/URMJ.2018.04.038>
28. Lee D. J., Moon E. S., Stephen K., Liu J., Kim D. G. Influence of dental implantation on bone mineral density distribution: a pilot study. *The journal of advanced prosthodontics*. 2022;14 (3):143–149. <https://doi.org/10.4047/jap.2022.14.3.143>
29. Базарный В. В., Полушина Л. Г., Максимова А. Ю., Светлакова Е. Н., Мандра Ю. В. Патогенетическое обоснование новых подходов к оценке состояния тканей полости рта при хроническом генерализованном пародонтите. *Проблемы стоматологии*. 2018; (4):14–18. [Bazarnyi V. V., Polushina L. G., Maksimova A. Y., Svetlakova E. N., Mandra Yu. V. Pathogenetic justification of new approaches to the assessment of the state of oral cavity in chronic generalized. *Actual problems in dentistry*. 2018; (4):14–18. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.18481/2077-7566-2018-14-4-14-18>