

# Современные тенденции лучевой диагностики в стоматологии и челюстно-лицевой хирургии (лекция)

Д. А. Лежнев, В. В. Петровская\*

ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А. И. Евдокимова» Минздрава России, кафедра лучевой диагностики

## Modern Radiological Trends in Dentistry and Maxillofacial Surgery (Lecture)

D. A. Lezhnev, V. V. Petrovskaya\*

Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A. I. Evdokimov, Ministry of Healthcare of Russia, Department of Radiology

### Реферат

В статье представлены современные тенденции развития лучевой диагностики, продемонстрированы особенности и возможности применения различных лучевых модальностей в выявлении заболеваний зубочелюстной системы. Представлены перспективы развития диагностических технологий для планирования и контроля лечения в стоматологии и челюстно-лицевой хирургии. Раскрыты особенности развития и внедрения новых технологий.

**Ключевые слова:** цифровая рентгенография, микрофокусная рентгенография, компьютерная томография, медицинское облучение, стоматология, челюстно-лицевая хирургия.

### Abstract

The article presents the modern trends of radiology development, demonstrates the features and the capabilities of different modalities in maxillofacial imaging. A technological outlook for planning and monitoring of treatment in dentistry and maxillofacial surgery is described. The aspects of development and implementation of advanced technologies are disclosed.

**Key words:** Digital Radiography, Microfocus Radiography, Computed Tomography, Medical Radiation, Dentistry, Maxillofacial Surgery.

\* **Петровская Виктория Васильевна**, доктор медицинских наук, доцент кафедры лучевой диагностики ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А. И. Евдокимова» Минздрава России.

Адрес: 127206, г. Москва, ул. Вучетича, д. 9а.

Тел.: +7 (495) 611-01-77. E-mail: VVPetrovskaya@yandex.ru

**Petrovskaya Victoriya Vasilyevna**, M. D. Med., Associate Professor of Department of Radiology, Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A.I. Evdokimov, Ministry of Healthcare of Russia.

Address: 9a, ul. Vucheticha, Moscow, 127206, Russia.

Phone number: +7 (495) 611-01-77. E-mail: VVPetrovskaya@yandex.ru

## Актуальность

Высокое качество лучевой диагностики является залогом успешного проведения лечебных манипуляций в медицинской практике. Современное развитие общества характеризуется совершенствованием традиционных лучевых методов и методик (магнитно-резонансная томография (МРТ), мультисрезовая компьютерная томография (МСКТ), конусно-лучевая компьютерная томография (КЛКТ), ультразвуковая диагностика) в обследовании пациентов, а также бурным развитием новых инновационных диагностических технологий, в том числе и гибридных микрофокусных технологий [1, 8].

Среднее суммарное количество всех диагностических рентгенорадиологических процедур в России в период 2010–2015 гг. составило 240,5 млн. На душу населения в России приходится около 1,7 рентгенологического исследования в год, а за последние 5 лет показывает устойчивый рост в среднем на 5 % в год. Около 54 % всех лучевых исследований приходится на челюстно-лицевую область [1, 3, 6].

Совершенствование лучевых рентгенорадиологических технологий в диагностике заболеваний путем оптимизации различных факторов позволило добиться снижения средней дозы за процедуру при рентгенографии с 0,21 до 0,19 мЗв, рентгеноскопии — с 5,6 до 4,8 мЗв, компьютерной томографии — с 5,3 до 4,8 мЗв и ниже [2, 4, 5, 7].

Активные преобразования в системе здравоохранения требуют оптимизации организации лучевой диагностической службы в Российской Федерации: внедрения современного лучевого диагностического оборудования; оптимизации алгоритмов обследования больных; по-

вышения квалификации врачей в применении традиционных и инновационных видов лучевой диагностики [1, 3, 9].

**Цель:** представить современные тенденции развития лучевой диагностики в стоматологии и челюстно-лицевой хирургии. Тщательный анализ возможностей различных диагностических модальностей, используемых для решения задач стоматологии и челюстно-лицевой хирургии (ЧЛХ), оценка вызовов современного общества и реальной ситуации в медицине позволили сформулировать основные тенденции развития технологий лучевой диагностики заболеваний и повреждений челюстно-лицевой области (ЧЛО):

1. Быстрый переход на цифровые технологии регистрации изображений.
2. Внедрение портативных рентгеновских аппаратов, в том числе на основе микрофокусной трубки.
3. Быстрое внедрение конусно-лучевой компьютерной томографии.
4. Активное использование высокотехнологичных методов лучевой диагностики, в том числе на первом этапе обследования пациентов.
5. Создание специализированных интегрированных программных продуктов для стоматологии, имплантологии и ЧЛХ.
6. Снижение медицинского облучения пациентов и медицинского персонала.

## Быстрый переход на цифровые технологии регистрации изображений

Практически все методы медицинской визуализации в настоящий момент имеют в своей основе цифровой способ формирования диагностического изо-

бражения. В качестве приемников используют плоскопанельные детекторы (flat panel), ПЗС-матрицы, системы на основе запоминающих люминофоров и др. (камера на основе экрана — оптики — фотоматрицы; линейные сканеры; сочетание CR-экрана и сканера). Конечной целью развития радиологических информационных систем является создание единого цифрового диагностического отделения на основе беспленочной технологии работы. Существует ряд неоспоримых преимуществ циф-

ровых технологий: отсутствие фотолаборатории, быстрота получения изображения на экране монитора, высокий динамический диапазон передачи плотностей, возможность разнообразной обработки изображений, снижение лучевой нагрузки, идентичность копий исходному изображению, удобство архивирования, доступа и поиска нужной информации, легкость передачи на расстояние, возможность интеграции с другими программами (RIS, PACS, HIS) и многие другие (рис. 1, а — д).

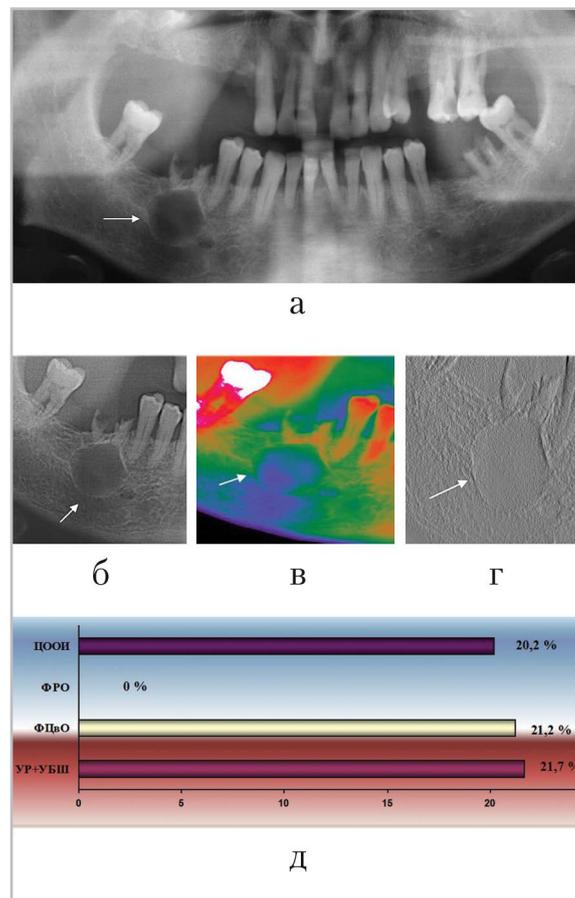


Рис. 1. Цифровая ортопантомограмма на этапе постпроцессорной обработки: а — полноформатное изображение с визуализацией кистовидного образования в боковом отделе нижней челюсти справа; б — фрагмент ортопантомограммы с применением фильтра резкости; в — фрагмент ортопантомограммы с применением фильтра псевдоокрашивания; г — фрагмент ортопантомограммы с применением фильтра псевдорельефа; д — диаграмма, иллюстрирующая повышение информативности цифровой ортопантомографии при использовании различных вариантов постпроцессорной обработки изображения

Одной из наиболее часто используемых методик цифрового рентгенологического исследования в стоматологической практике является радиовизиография. Методика компьютерной дигитальной рентгенографии (радиовизиографии) в большинстве приборов основана на использовании ССD-детекторов (ПЗС-матриц), разработанных для прямого преобразования рентгеновского излучения в электронные сигналы с внутривидеоположением датчика. Кроме того, активно используются и системы на запоминающих люминофорах (CR-системы — computed radiography), в которых приемником излучения является беспроводной экран с памятью, в котором кристаллы специального так называемого стимулированного люминофора накапливают часть энергии при прохождении через них рентгеновских лучей. После экспозиции приемник помещается в специальное считывающее устройство (лазерный сканер/дигитайзер), и менее чем через

30 с на экране монитора появляется изображение исследуемой области.

Радиовизиография, как и любая другая методика цифровой рентгенографии, позволяет выполнять постпроцессорную обработку изображений, что повышает качество визуализации структур зуба и патологических процессов (рис. 2, *a – в*).

Современные научные исследования позволили законодательно определить адекватные требования к условиям эксплуатации аппаратов с цифровыми приемниками изображений. Так, в соответствии с Гигиеническими требованиями к устройству и эксплуатации рентгеновских кабинетов, аппаратов и проведению рентгенологических исследований (Санитарные правила и нормы — СанПиН 2.6.1.802-99) дентальные аппараты и пантомографы, работающие с высокочувствительным приемником изображений (без фотолаборатории) и дентальные аппараты с цифровой обработкой изображений, рабочая нагрузка

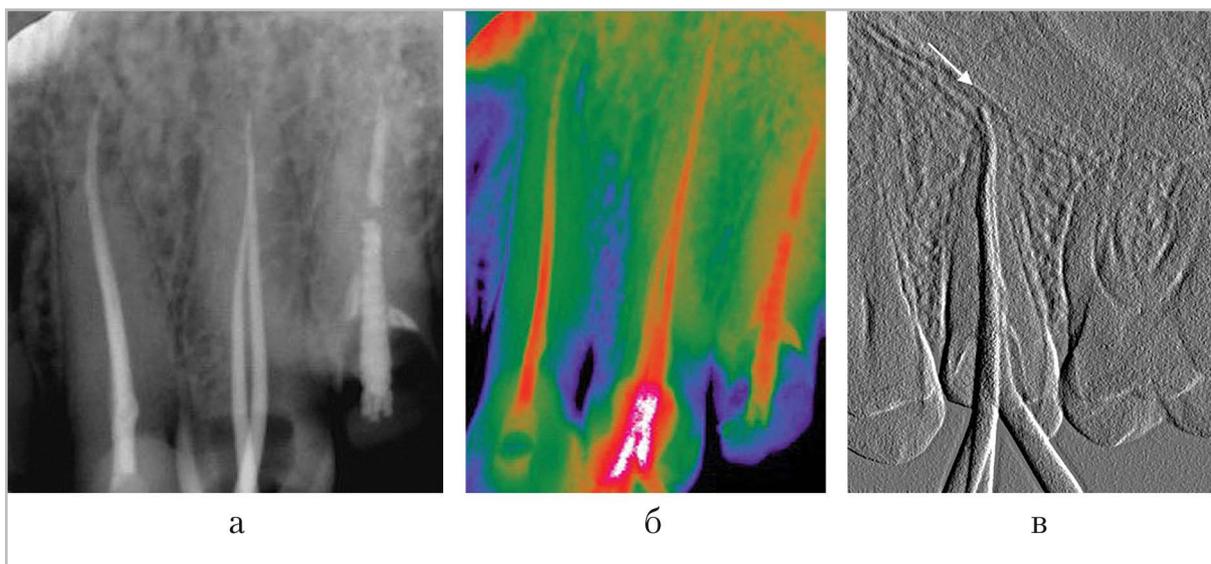


Рис. 2. Радиовизиограммы зубов верхней челюсти на этапе эндодонтического лечения с постпроцессорной обработкой изображений: *a* — с применением фильтра резкости; *б* — с применением фильтра псевдоокрашивания; *в* — с применением фильтра псевдорельефа

ка которых не превышает 40 (мА-мин)/нед, могут располагаться в помещении стоматологического учреждения, находящегося в жилом доме, в том числе в смежных с жилыми помещениями, при условии обеспечения требований норм радиационной безопасности для населения в пределах помещения, в которых проводятся рентгеностоматологические исследования.

Таким образом, активное внедрение в клиническую практику цифровых технологий лучевой диагностики позволило сделать их более доступными, повысить частоту использования, а следовательно, и улучшить качество оказания лечебно-диагностической помощи.

### **Внедрение портативных рентгеновских аппаратов на основе микрофокусной трубки**

Одним из значимых результатов развития приборостроения явилось создание и внедрение в отечественную медицинскую практику нового класса технических средств диагностики — портативных рентгеновских аппаратов и цифровых рентгенодиагностических комплексов. В отличие от зарубежных аналогов, российские системы базируются на основе микрофокусной рентгеновской трубки, что позволяет производить рентгеновское исследование зубочелюстной системы непосредственно у кресла пациента или в операционной, что повышает эффективность проводимого лечения.

Конструкция аппарата позволяет использовать его в нетрадиционных для рентгенодиагностической аппаратуры условиях: благодаря чрезвычайно низкой экспозиционной дозе рентгеновского излучения проводить диагностические исследования в неспециализированном помещении, например,

напрямую в стоматологическом кабинете; благодаря малым габаритам и массе выполнять рентгенографию «с рук», без использования специального напольного или настенного штатива (рис. 3, а — в).

Показаниями к микрофокусной радиовизиографии являются все нозологические формы патологических изменений зубочелюстной системы, диагностика которых требует рентгенологического исследования (аномалии, травмы, кариозные и не кариозные поражения зубов, заболевания пара- и периодонта, кисты и кистоподобные поражения, локализованные объемные образования и др.). В еще большей степени возрастает роль данной технологии при выполнении контроля различных манипуляций (оценка качества эндодонтического лечения, интраоперационный контроль дентальной имплантации и т.д.).

Развитие технологий портативных рентгеновских аппаратов и цифровых рентгенодиагностических комплексов наравне с внедрением цифровой рентгенографии повышает доступность рентгенологического исследования зубочелюстной системы, а следовательно, улучшает качество диагностики и лечения.

### **Быстрое внедрение конусно-лучевой компьютерной томографии**

Среди всех диагностических модальностей, используемых для решения задач стоматологии и ЧЛХ, наиболее бурное развитие получила технология конусно-лучевой компьютерной томографии (КЛКТ). Технология КЛКТ основана на круговом сканировании головы пациента коническим рентгеновским

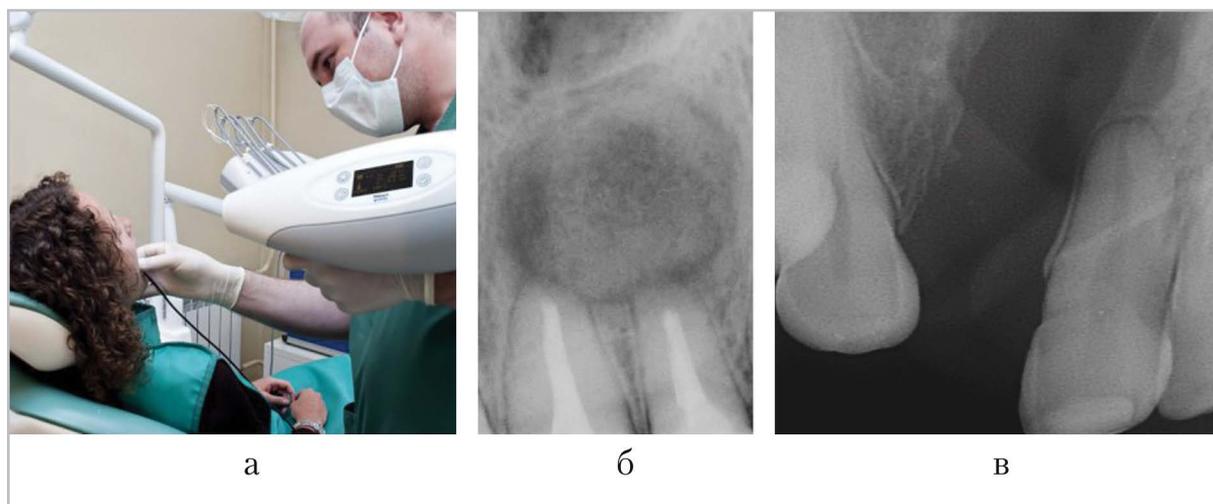


Рис. 3. Технология проведения микрофокусной радиовизиографии: *а* — фотография интраоперационного контроля хирургического лечения; *б* — микрофокусная радиовизиограмма на завершающем интраоперационном этапе цистэктомии с оценкой степени заполнения костного дефекта остеопластическим материалом; *в* — микрофокусная радиовизиограмма верхней челюсти пациента с правосторонней расщелиной альвеолярного отростка

лучом с получением трехмерного рентгеновского видео при помощи цифрового приемника изображений, с последующей постпроцессорной обработкой (рис. 4).

Постпроцессорная обработка включает в себя построение плоскостных изображений в стандартных взаимно перпендикулярных плоскостях (аксиальной, коронарной и сагиттальной), панорамной и 3D-реконструкций. Анализ изображений проводится с использованием базового программного обеспечения для выявления патологических изменений и проведения антропометрии черепа с архивацией изображений в различных форматах (в зависимости от особенностей программного обеспечения) с комментариями и замечаниями (рис. 5).

**Основными показаниями к конусно-лучевой томографии являются:**

1) диагностика аномалий и пороков развития зубочелюстной системы;

- 2) определение механических повреждений ЧЛЮ;
- 3) диагностика воспалительных (септических и асептических) изменений челюстных костей;
- 4) визуализация кист и новообразований различного генеза ЧЛЮ;
- 5) оценка состояния слизистой оболочки полости носа и околоносовых пазух;
- 6) диагностика патологии ВНЧС, височных костей;
- 7) выявление заболеваний слюнных желез (КЛКТ-сиалография) и слезоотводящих путей (КЛКТ-дакриоцистография);
- 8) проведение антропометрии;
- 9) определение плотностных характеристик и типа костных структур ЧЛЮ;
- 10) планирование и контроль эндодонтического лечения зубов;
- 11) планирование и контроль хирургического лечения, в том числе и ре-

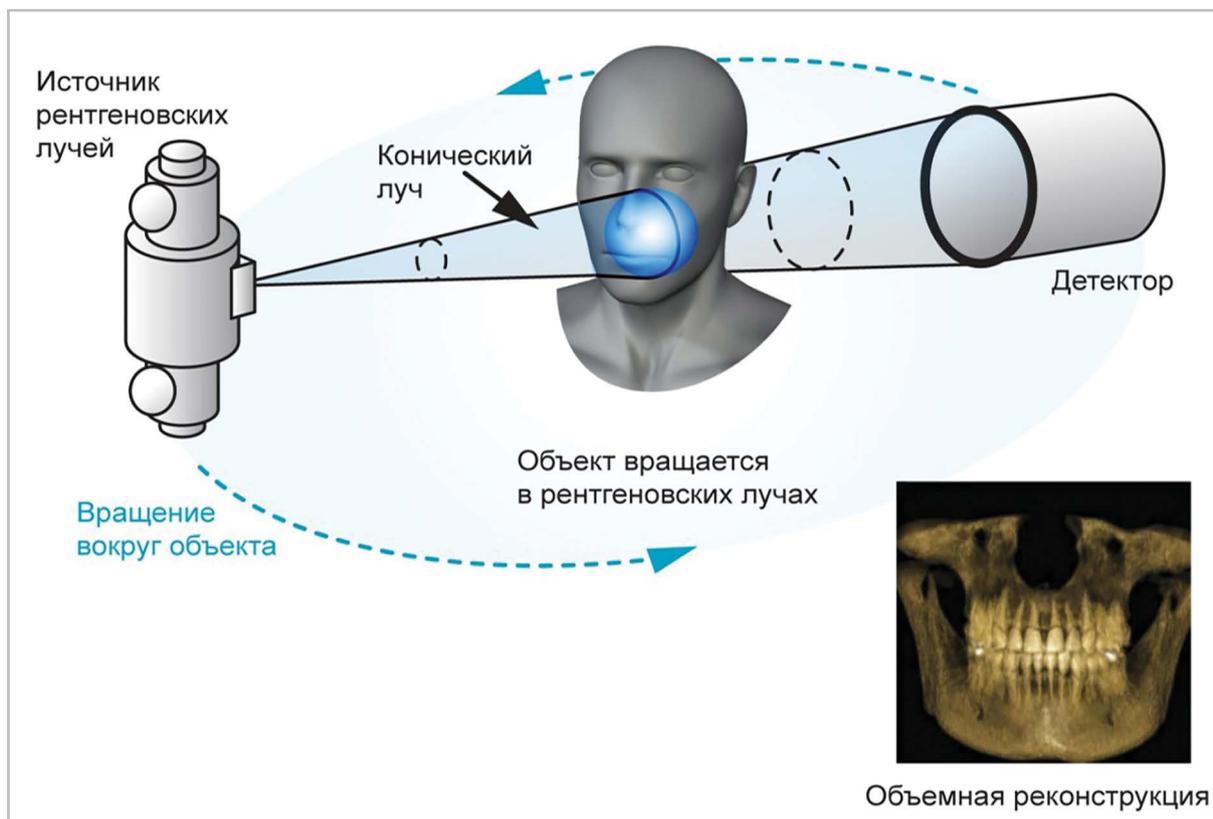


Рис. 4. Схема получения диагностических изображений при КЛКТ

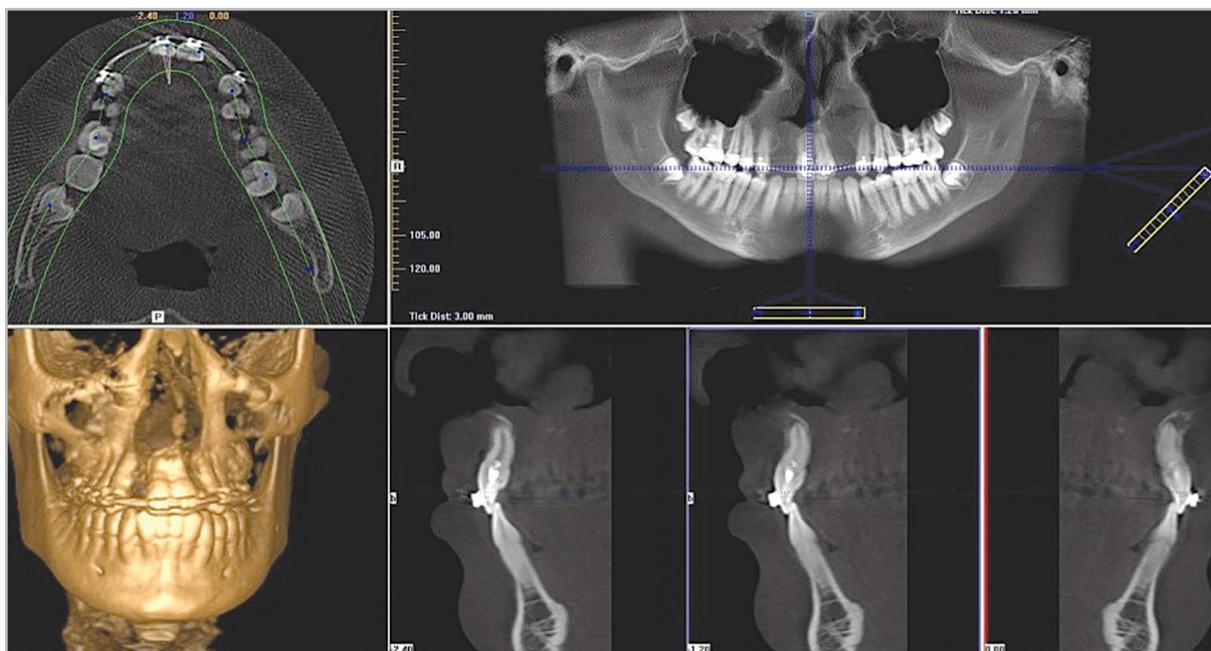


Рис. 5. КЛКТ-томограммы. Постпроцессорная обработка полученных изображений в базовом программном обеспечении с построением мультипланарной, 3D- и панорамной реконструкций, а также серии кросс-секций

конструктивно-восстановительных операций (рис. 6, *а — м*).

Несомненным достоинством методики КЛКТ является сравнительно низкая лучевая нагрузка на пациента во время исследования (не превышающая лучевую нагрузку при обычной цифровой ортопантомографии и составляющая около 50–60 мкЗв). Среди недостатков технологии можно отметить относительно низкую мягкотканную

чувствительность, сопровождающуюся плохой дифференцировкой мягких тканей ЧЛО.

Практически все ведущие производители рентгеновской техники в линейке аппаратов имеют конусно-лучевые томографы. КЛКТ постепенно будет заменять ортопантомографию и полностью вытеснит из алгоритма обследования пациентов с патологией ЧЛО вне-ротовую рентгенографию. В отделениях

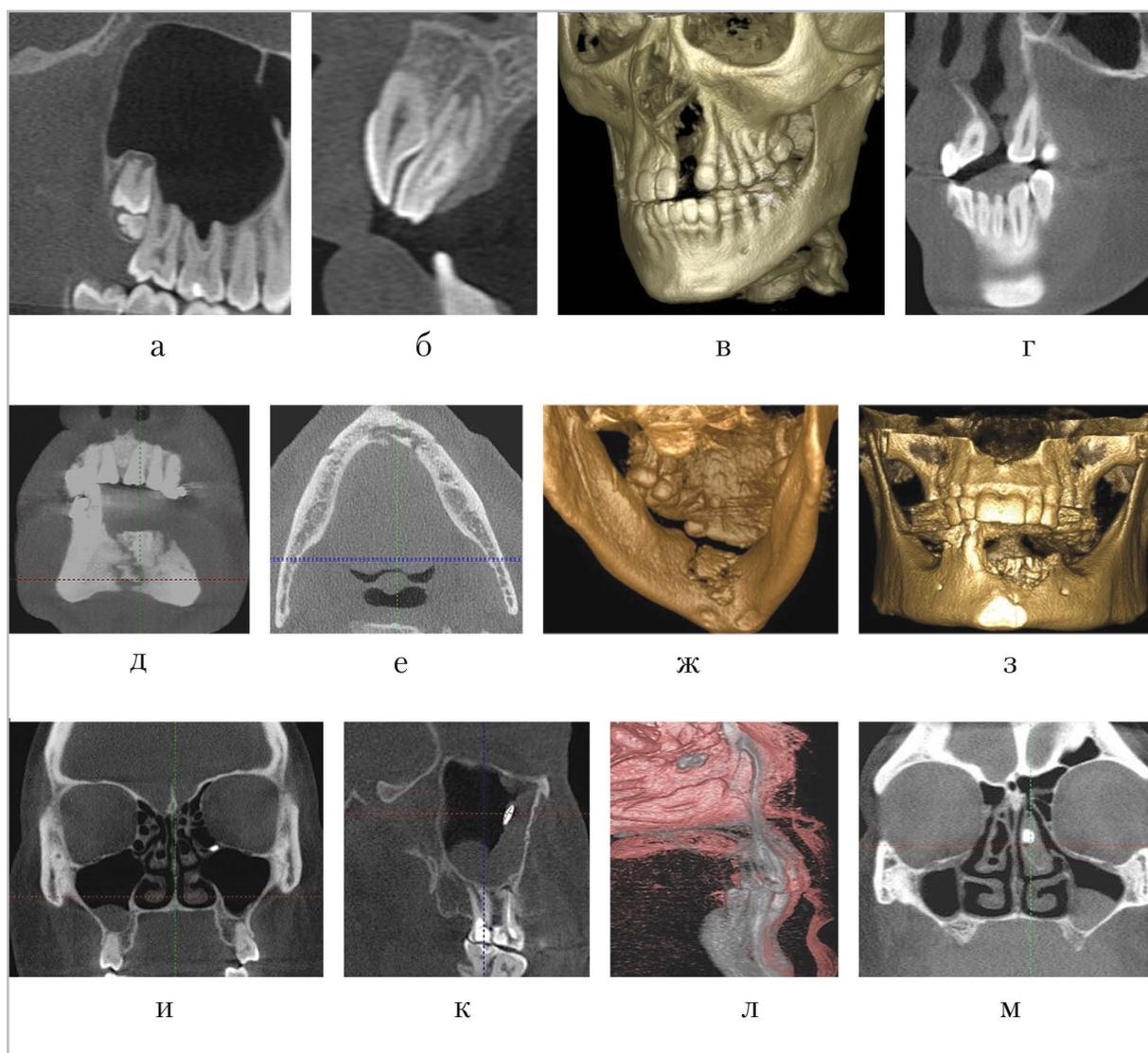


Рис. 6. КЛКТ-томограммы. Возможности визуализации различных патологических состояний: *а — г* — аномалии и пороки развития; *д — з* — воспалительные заболевания; *и — м* — изменения слизистой оболочки околоносовых пазух

ЧЛХ КЛКТ должна служить методом первого этапа при обследовании и контроле лечения пациентов.

### **Активное использование высокотехнологичных методов лучевой диагностики на первом этапе обследования пациентов**

Большинство высокотехнологичных модальностей лучевой диагностики (МСКТ, МРТ, УЗИ высокого разрешения и др.) достигли такого уровня развития, что получаемая диагностическая информация в несколько раз превышает тот потенциальный вред, который эта технология потенциально может принести.

Говоря несколько более детально о каждой из технологий, стоит отметить, что самый простой, безопасный и востребованный метод лучевой диагностики — УЗИ, которое является неотъемлемой частью алгоритма обследования пациентов с патологией мягких тканей ЧЛО. Основными показаниями к использованию эхографии являются любые органные и внеорганные заболевания и повреждения мягких тканей лица, больших слюнных желез, лимфатических узлов, слезоотводящих путей, органа зрения, ВНЧС, гортани и т. д.

Для получения диагностической информации применяются как традиционные режимы ультразвукового сканирования (В-режим, цветовое и энергетическое доплеровское картирование), так и целый ряд инновационных методик исследования (рис. 7, *a — в*). К подобным технологиям можно отнести компрессионную (strain) эластографию (используется цветовая шкала, по которой кодируется жесткость образований, определяются эла-

стотипы), эластографию сдвиговой волны (применяя технологию силового ультразвукового импульса, получают сдвиговую волну, с помощью которой и происходит измерение жесткости изучаемого объекта) и контрастно-усиленное УЗИ (рис. 8, *a — z*).

Внедрение инновационных технологий и стандартизация исследований могут избавить эхографию от общеизвестных недостатков, таких, как операторозависимость и отсутствие визуализации структур, прикрытых воздухом или костями. Учитывая неоспоримые преимущества (доступность, относительная дешевизна, отсутствие противопоказаний и реального дискомфорта у пациента, великолепная визуализация мягких тканей, наличие изображений в реальном режиме времени и др.) УЗ-диагностику можно считать гибким методом, позволяющим получать специфические данные, которые необходимы для характеристики нужных структур организма и для развития новых технологий обработки изображений в медицине.

Наиболее перспективными направлениями развития УЗД являются разработка и использование цифровых мультисекторных (7–15, 12–18 МГц) датчиков с малой апертурой (2,5–3 см) для внутривисцеральных исследований и совершенствование УЗ-аппаратуры экспертного класса.

Рассматривая сложившуюся ситуацию с компьютерной томографией, можно сделать вывод, что пошаговая и спиральная КТ — уже история, активно и крайне успешно ведется работа по созданию специализированных КТ-систем (в том числе двухэнергетических), происходит внедрение низкодозовых протоколов и технологий, ведутся исследо-

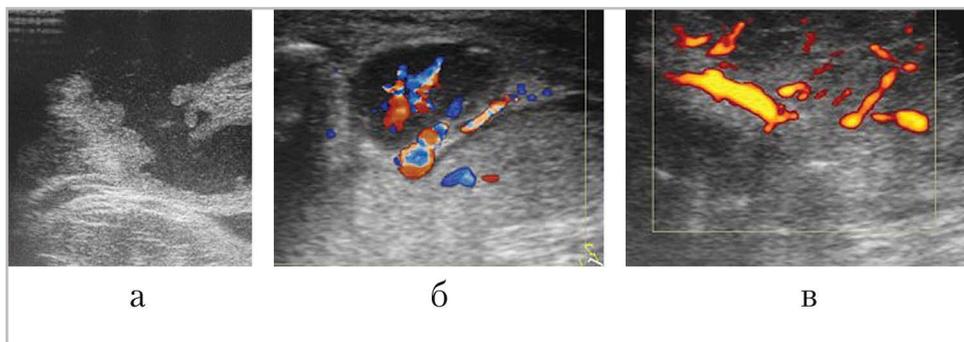


Рис. 7. Эхограммы мягких тканей челюстно-лицевой области: *а* — В-режим; *б* — цветное доплеровское картирование; *в* — энергетическое доплеровское картирование

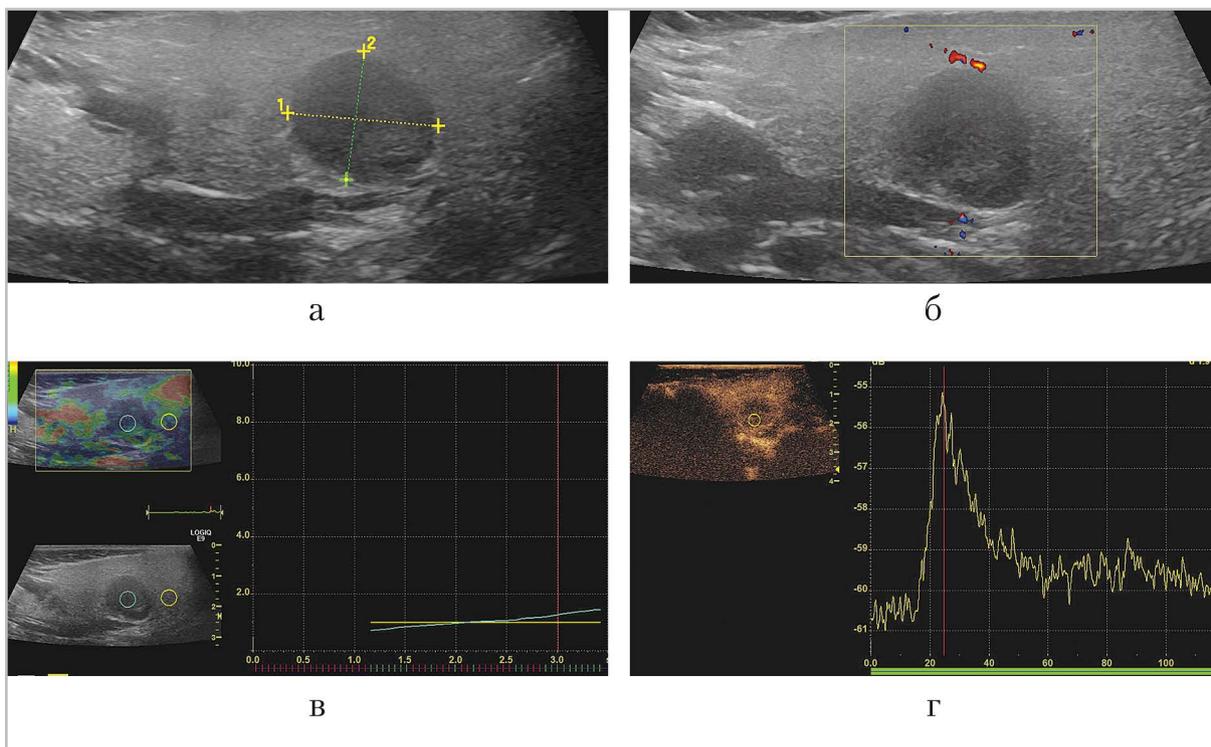


Рис. 8. Эхограммы мягких тканей челюстно-лицевой области (предоставлены С. И. Жестовской, Е. В. Лебедевой): *а* — В-режим; *б* — цветное доплеровское картирование; *в* — компрессионная эластография; *г* — контрастно-усиленное УЗИ. Плеоморфная аденома

вания по созданию КТ с микрофокусной рентгеновской трубкой, а также отмечается быстрый прогресс программного обеспечения для обработки изображений на специализированных рабочих станциях. Практически любой современный МСК-томограф обладает техническими возможностями для

высокоинформативного исследования головы и шеи, включая и рентгеноконтрастные исследования с внутрисосудистым (МСКТ-ангиография, МСКТ с контрастным усилением) и внутрипротоковым (МСКТ-сиалография, МСКТ-дакриоцистография) введением препаратов (рис. 9, *а — з*).

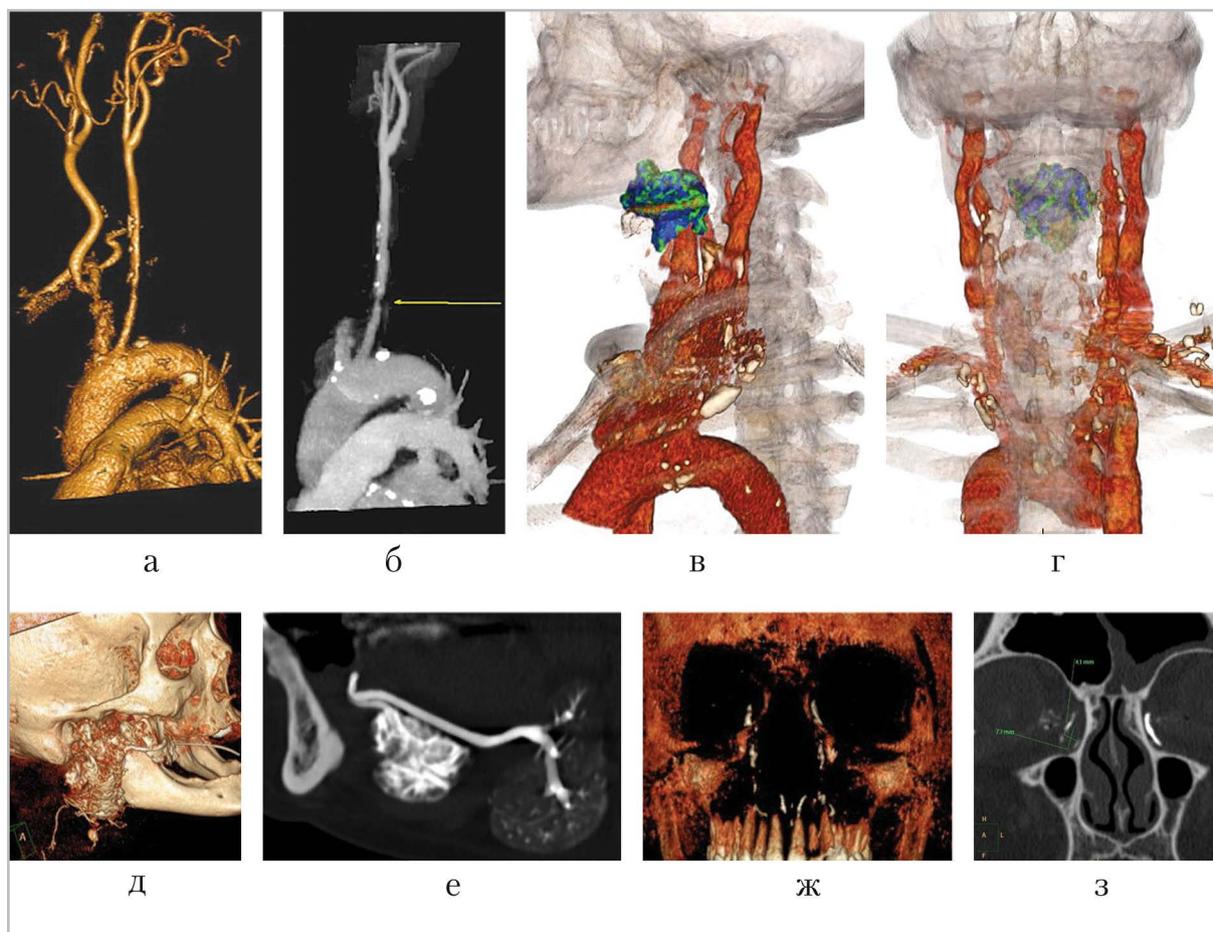


Рис. 9. МСК-томограммы: *а, б* – МСКТ-ангиография; *в, г* – МСКТ с контрастным усилением; *д, е* – МСКТ-сиалография; *ж, з* – МСКТ-дакриоцистография

При исследовании лицевого отдела черепа МСКТ обладает максимальной информативностью (из всех известных модальностей) при механической травме, обширных воспалительных процессах, кистах и кистовидных образованиях и др. Метод разрешает диагностические затруднения при распространении процесса в основание черепа, в крылонёбную и подвисочную ямки, в глазницу, в клетки решетчатого лабиринта. Кроме того, активно используется при планировании лучевой терапии злокачественных опухолей, для оценки эффективности проведенного лечения и своевременного выявления рецидивов,

для проведения пункции и прицельной биопсии.

Высококачественные 3D-реконструкции являются безальтернативной основой планирования и контроля оперативных вмешательств у больных с дефектами и деформациями ЧЛО (рис. 10, *а – г*).

Подобное развитие технологии МСКТ привело к расширению диапазона показаний для исследования ЧЛО, использованию МСКТ как метода первого этапа диагностики при травмах, системных пороках развития, обширных воспалительных и деструктивных процессах ЧЛО, а также к обязательному

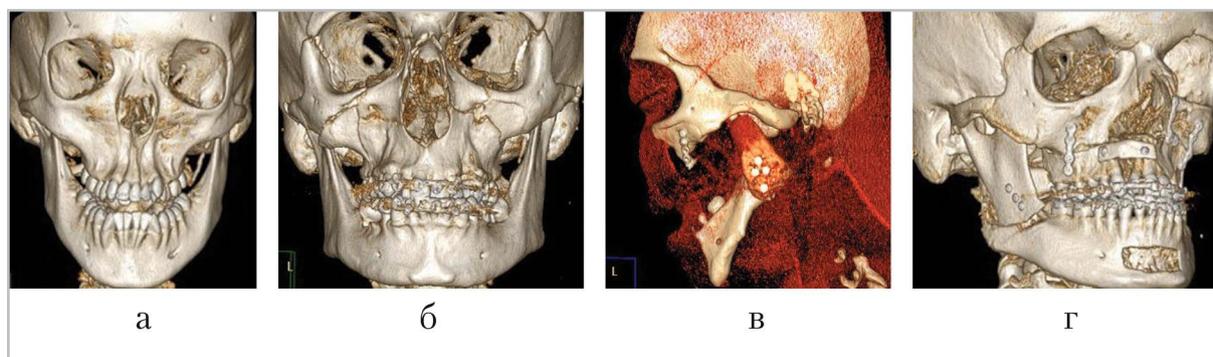


Рис. 10. МСК-томограммы, 3D-реконструкции: *а* — аномалия развития лицевого отдела черепа; *б* — механическая травма; *в* — контроль после ортогнатической и реконструктивной операции; *г* — контроль эндопротезирования ВНЧС

применению МСКТ для планирования и динамического контроля сложных реконструктивных операций.

Показаний для выполнения МРТ ЧЛО существенно меньше, чем для МСКТ, однако значимость также крайне велика. МРТ является «золотым стандартом» исследования височно-нижнечелюстных суставов, позволяя полностью отказаться от большинства дополнительных рентгенологических методов исследования. МР-исследование ВНЧС выполняется в 2 функциональных положениях сустава — фаза закрытого и открытого рта. Производится единовременное сканирование ВНЧС справа и слева. Кроме выполнения T1-ВИ, T2-ВИ, PD, позволяющего достоверно оценить взаимоотношение и состояние экстра- и интра-артикулярных структур, производить морфометрические измерения, важнейшим элементом МР-исследования ВНЧС является выполнение последовательностей с использованием методик жироподавления (FatSat), позволяющих оценить состояние крыловидных мышц, костного мозга, ретрокондиллярной жировой клетчатки, околокрыловидных венозных сплетений. Подоб-

ный подход позволяет диагностировать все виды воспалительных, травматических, дегенеративных изменений элементов сустава, а также оценить характер смещений суставного диска (рис. 11, *а — г*).

Важным дополнительным методом является МР-кинематическое исследование ВНЧС, среди которых выделяют псеводинамическое и кинематическое исследование в реальном времени, которые позволяют визуализировать все фазы акта открывания и закрывания рта, что позволяет оценить динамические взаимоотношения внутрисуставных элементов и истинную мобильность сустава (рис. 12).

С точки зрения дальнейшего развития технологии МРТ для решения задач диагностики патологии зубочелюстной системы стоит обратить внимание на разработку новых технологий и программных продуктов, связанных с определением функции ВНЧС, трассировки нервных стволов, продолжения создания многоканальных катушек для исследования мелких объектов.

Быстрый прогресс возможностей цифровых методов визуализации во многом обеспечен интенсивным развитием

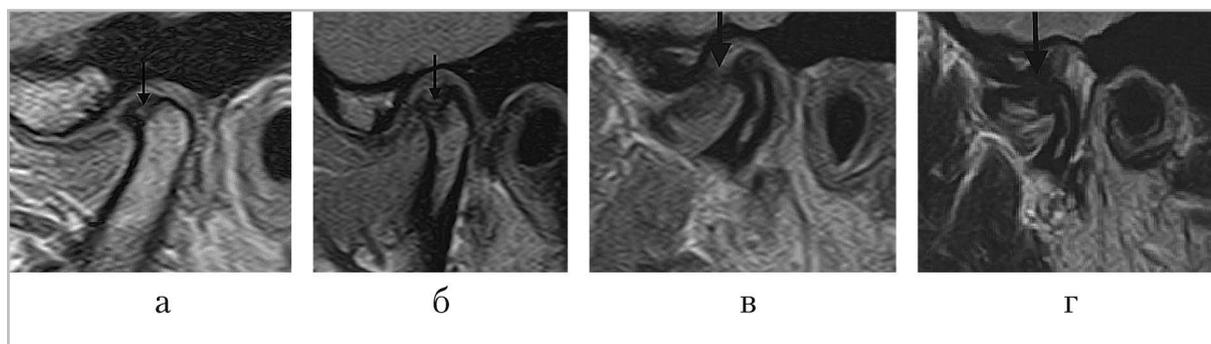


Рис. 11. МР-томограммы ВНЧС: *а, б* — PD в сагиттальной плоскости в положении закрытого рта, дегенеративные изменения ВНЧС: артроз 2-й ст. (*а*), артроз 3-й ст. (*б*); *в* — PD в положении закрытого рта; *д* — T2-ВИ в положении открытого рта. Полное вентральное смещение суставного диска с репозицией

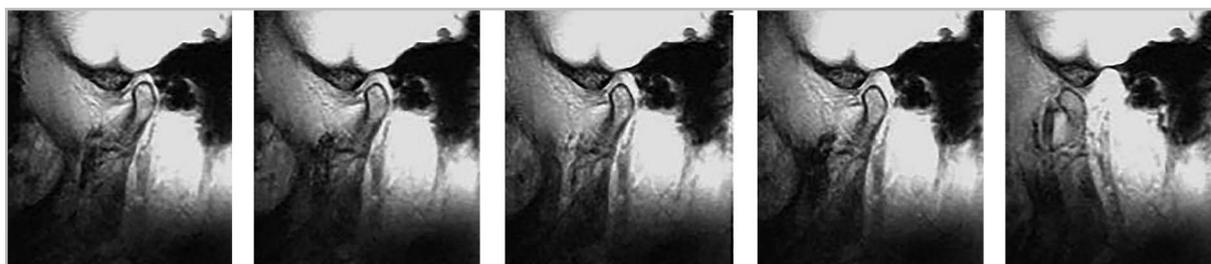


Рис. 12. МР-томограммы. Серия T1-ВИ в кососагиттальной плоскости. Кинематическое исследование ВНЧС

программных продуктов для решения общих и частных диагностических задач.

Помимо базового программного обеспечения на сегодняшний момент создаются специализированные программы для решения задач стоматологии, имплантологии и ЧЛХ. Программные пакеты позволяют выполнить значительное количество задач, решение которых повышает качество диагностики и предоперационного планирования, таких, как:

- трассировка каналов нижнечелюстных нервов;
- виртуальная дентальная имплантация с библиотекой имплантатов;
- расчет объема остеопластического материала для синус-лифтинга;
- сегментация костей черепа;

- подсчет объема, выгрузка модели для 3D-печати, изготовление индивидуального протеза) (рис. 13, *а — к*).

Еще одной немаловажной тенденцией развития технологий лучевой диагностики в медицинской практике в целом и в стоматологии и ЧЛХ в частности является снижение медицинского облучения.

Решение подобных задач осуществляется несколькими путями:

- интенсивный переход на цифровые технологии;
- замена устаревшего оборудования;
- качественное сервисное обслуживание техники;
- активное использование неионизирующих методов лучевой диагностики (МРТ, УЗИ);

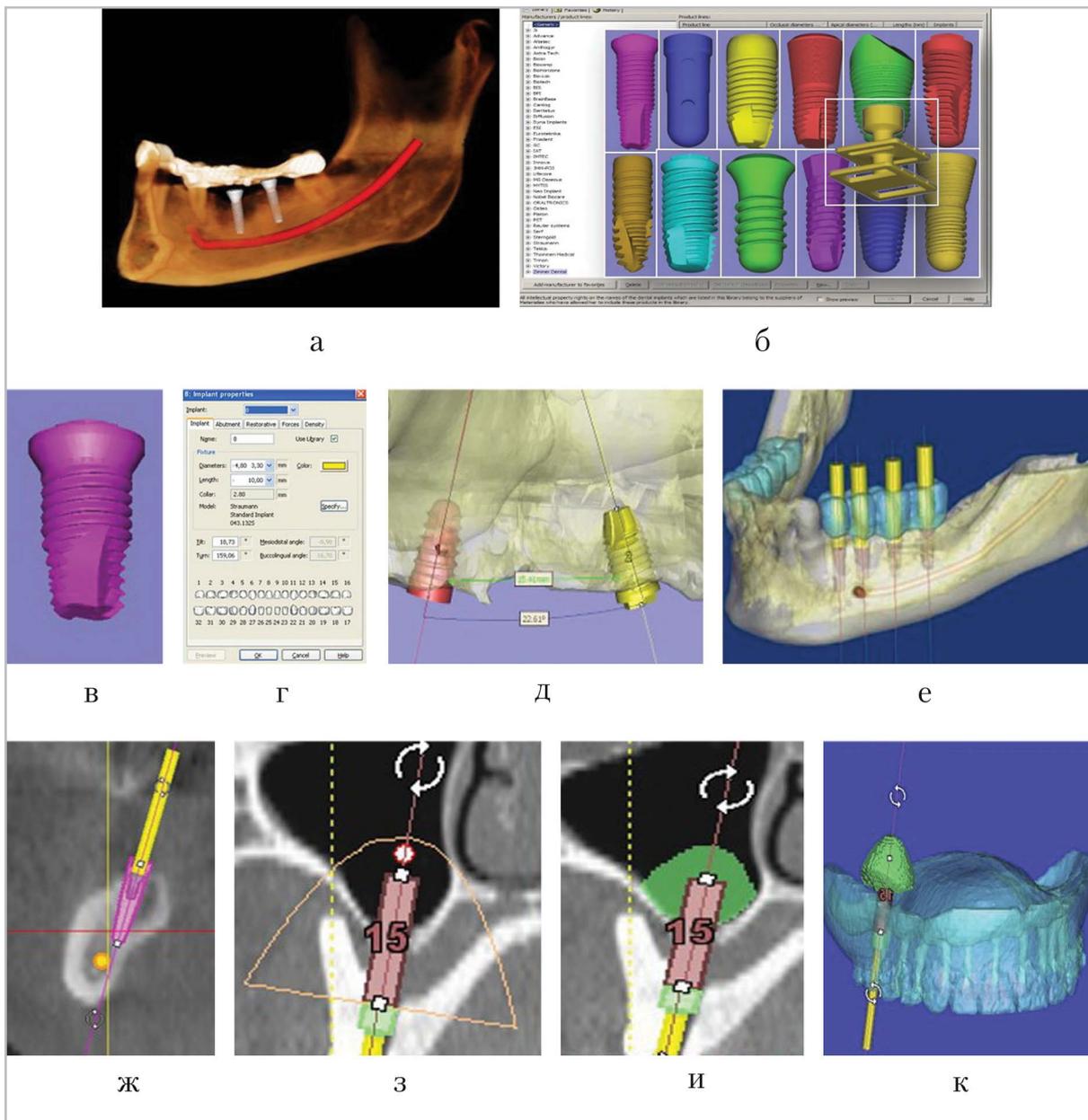


Рис. 13. Специализированное программное обеспечение: а – трассировка канала нижнечелюстного нерва; б – г – библиотека имплантатов; д – ж – виртуальная дентальная имплантация; з – к – расчет объема костно-пластического материала для синус-лифтинга

- внедрение на конкурентной основе методов и методик, формирующих меньшую дозу медицинского облучения (КЛКТ, микрофокусные технологии);
- оптимизация протоколов исследования (МСКТ, КЛКТ);

- развитие низкодозовых технологий МСКТ (в том числе и на основе использования алгоритмов итеративной реконструкции);
- использование специализированных программ реконструкции и обработки изображений (рис. 14, а, б).

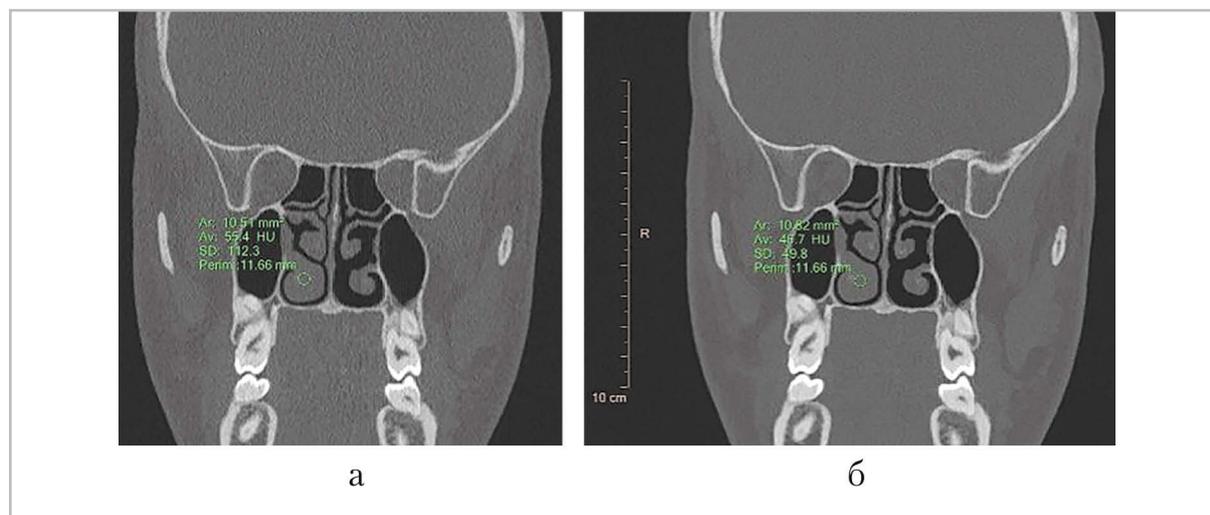


Рис. 14. МСК-томограммы. МРР в коронарной реконструкции. Сравнительная оценка качества диагностических изображений с использованием технологий итеративной iDose 4 (а) и IMR (б). Отсутствие значимых различий при одновременном снижении дозы облучения в 1,5 раза

## Заключение

На современном этапе развития клинической медицины отмечается бурное прогрессирование лучевых диагностических технологий с расширением спектра их диагностических возможностей. Главной является правильная алгоритмизация диагностических процессов, оптимальный выбор ведущего метода диагностики, приоритет цифровых технологий.

Тем не менее остается ряд дискуссионных вопросов, требующих тщательного анализа и решения: недостаток нормативных документов, отвечающих современным требованиям; несистематизированная ситуация с аппаратным/техническим обеспечением; спорные вопросы дозиметрической составляющей; отсутствие современных российских стандартов оказания медицинской помощи (guidelines); хаотичное/несистематизированное использование высокотехнологичных исследований и недостаток квалифицированных кад-

ров (врачей-специалистов, инженеров, рентгенолаборантов).

## Список литературы

1. Аржанцев А. П. Конусно-лучевая компьютерная томография челюстно-лицевой области. М., 2012. 14 с.
2. Балонов М. И., Читига Л. А. Оценка дозы от поступления окиси трития в организм человека: роль включения трития в органическое вещество ткани // Радиологическая гигиена. 2016. № 4 (9). С. 16–25.
3. Васильев А. Ю., Блинов Н. Н. (мл.), Егорова Е. А., Макарова Д. В., Дутова М. О. Возможности конусно-лучевой компьютерной томографии в оценке состояния костей и суставов кисти // Радиология — практика. 2012. № 6. С. 54–61.
4. Кисельникова Л. П. Детская терапевтическая стоматология: Национальное руководство. 2-е изд. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2016. 952 с.
5. Маткевич Е. И. Сравнительная оценка лучевой нагрузки на пациентов при

компьютерной томографии различных анатомических зон: Дис. ... канд. мед. наук. М., 2017. 185 с.

6. *Перова Н. Г., Петровская В. В., Солонская Н. С.* Возможности конусно-лучевой компьютерной томографии при повреждениях челюстно-лицевой области // Радиология — практика. 2013. № 4. С. 38–43.
7. *Персин Л. С.* Ортодонтия. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2015. 640 с.
8. *Ludlow J. B., Davies-Ludlow L. E.* Dosimetry of 3 CBCT devices for oral and maxillofacial radiology: CB Mercuray, NewTom 3G and i-CAT // Dentomaxillofac Radiol. 2012. V. 35. P. 219–226.
9. *Manfredini D., Favero L., Cocilovo F. et al.* A comparison trial between three treatment modalities for the management of myofascial pain of jaw muscles: A preliminary study // J. Craniomand. Sleep Pract. 2017. V. 35. P. 1–5.

## References

1. *Arzhancev A. P.* Cone-beam computed tomography of maxillofacial area. Moscow, 2012. P. 14 (in Russian).
2. *Balonov M. I., Chipiga L. A.* Dose assessment for intake of tritiated mater in humans: role of tritium incorporation in organic matter. Radiatsionnaya gygiena. 2016. No. 4 (9). P. 16–25 (in Russian).
3. *Vasil'ev A. Yu., Blinov N. N. (Jr.), Egorova E. A., Makarova D. V., Dutova M. O.*

Opportunities of cone-beam computed tomography in the assessment of condition of bones and joints of wrist. Radiologiya — praktika. 2012. No. 6. P. 54–61 (in Russian).

4. *Kisel'nikova L. P.* Paediatric therapeutic dentistry: a national guide. 2nd ed. Moscow: GEOTAR-Media, 2016. P. 952 (in Russian).
5. *Matskevich E. I.* Comparative evaluation of radiation exposure in patients with computed tomography of various anatomical zones. PhD Dis. M., 2017. 185 p. (in Russian).
6. *Perova N. G., Petrovskaya V. V., Solonskaya N. S.* Cone-beam computed tomography of maxillofacial injuries. Radiologiya — praktika. 2013. No. 4. P. 38–43 (in Russian).
7. *Persin L. S.* Ortodontics, Moscow: GEOTAR-Media, 2015. P. 640 (in Russian).
8. *Ludlow J. B., Davies-Ludlow L. E.* Dosimetry of 3 CBCT devices for oral and maxillofacial radiology: CB Mercuray, NewTom 3G and i-CAT. Dentomaxillofac Radiol. 2012. V. 35. P. 219–226.
9. *Manfredini D., Favero L., Cocilovo F. et al.* A comparison trial between three treatment modalities for the management of myofascial pain of jaw muscles: A preliminary study // J. Craniomand. Sleep Pract. 2017. V. 35. P. 1–5.

## Сведения об авторах

**Лежнев Дмитрий Анатольевич**, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой лучевой диагностики ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А. И. Евдокимова» Минздрава России. Адрес: 127206, г. Москва, ул. Вучетича, д. 9а. Тел.: +7 (495) 611-01-77. E-mail: lezhnev@mail.ru

**Lezhnev Dmitriy Anatol'yevich**, M. D. Med., Professor, Head of Department of Radiology, Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A. I. Evdokimov, Ministry of Healthcare of Russia. Address: 9a, ul. Vucheticha, Moscow, 127206, Russia. Phone number: +7 (495) 611-01-77. E-mail: lezhnev@mail.ru

**Петровская Виктория Васильевна**, доктор медицинских наук, доцент кафедры лучевой диагностики ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А. И. Евдокимова» Минздрава России.  
Адрес: 127206, г. Москва, ул. Вучетича, д. 9а.  
Тел.: +7 (495) 611-01-77. E-mail: VVPetrovskay@yandex.ru

**Petrovskaya Victoriya Vasil'yevna**, M. D. Med., Associate Professor of Department of Radiology, Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A. I. Evdokimov, Ministry of Healthcare of Russia.  
Address: 9a, ul. Vucheticha, Moscow, 127206, Russia.  
Phone number: +7 (495) 611-01-77. E-mail: VVPetrovskay@yandex.ru

**Финансирование исследования и конфликт интересов.**

*Исследование не финансировалось какими-либо источниками. Авторы заявляют, что данная работа, ее тема, предмет и содержание не затрагивают конкурирующих интересов.*