

ФГБОУ ВО «Красноярский государственный медицинский университет
им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого» МЗ РФ

МЕТОДЫ ЛУЧЕВОЙ ДИАГНОСТИКИ В СТОМАТОЛОГИИ

Д.м.н. Доровских Галина
Николаевна

г. Красноярск, 2020г

Состояние вопроса

Около **54 %** всех лучевых исследований приходятся на челюстно-лицевую область

• Всемирная организация здравоохранения, 2006

Среднее суммарное количество всех диагностических рентгенорадиологических процедур в России в период 2015-2019 гг. составило 240,5 млн.

На душу населения в России приходится 1,7 процедуры в год и за 2015-2019 гг. показывает устойчивый **рост в среднем на 5%** в год.

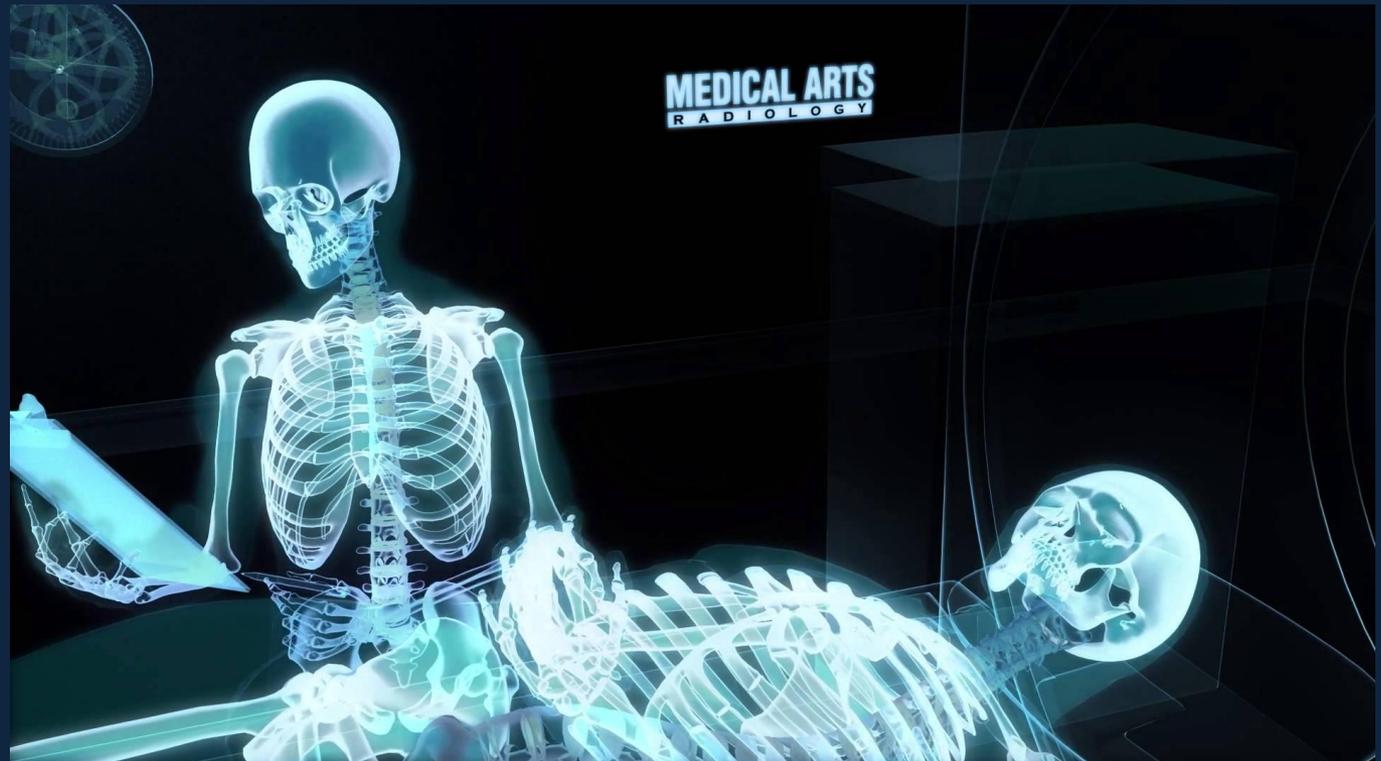
За счет различных факторов средние **дозы на процедуру снизились** при рентгенографии с 0,21 до 0,19 мЗв, рентгеноскопии с 5,6 до 4,8 мЗв, РКТ с 5,3 до 4,8 мЗв.

• Баллонов М.И. и соавт., 2016; Маткевич Е.И., 2017, Росстат РФ, 2019

Определение

Рентгенология (рентгенодиагностика)

— раздел радиологии, изучающий методы диагностики различных заболеваний с помощью рентгеновских лучей



МЕТОДЫ ЛУЧЕВОЙ ДИАГНОСТИКИ В СТОМАТОЛОГИИ

- Рентгенологическое исследование
- Магнитно-резонансная томография
- Ультразвуковое исследование
- Радионуклидная диагностика

РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКИЙ МЕТОД

Рентгеновское излучение — электромагнитные волны, энергия фотонов которых лежит на энергетической шкале между ультрафиолетовым излучением и гамма-излучением, что соответствует длинам волн от 10^{-4} до 10^2 Å (от 10^{-14} до 10^{-8} м).

Методы:

Рентгенография

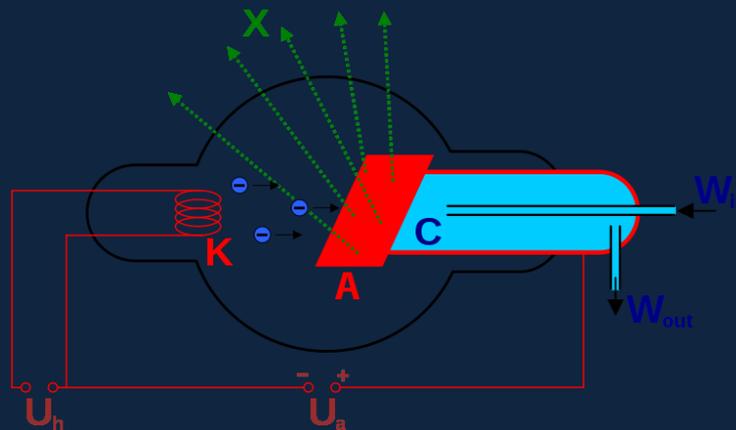
Рентгеноскопия

Флюорография

Компьютерная томография

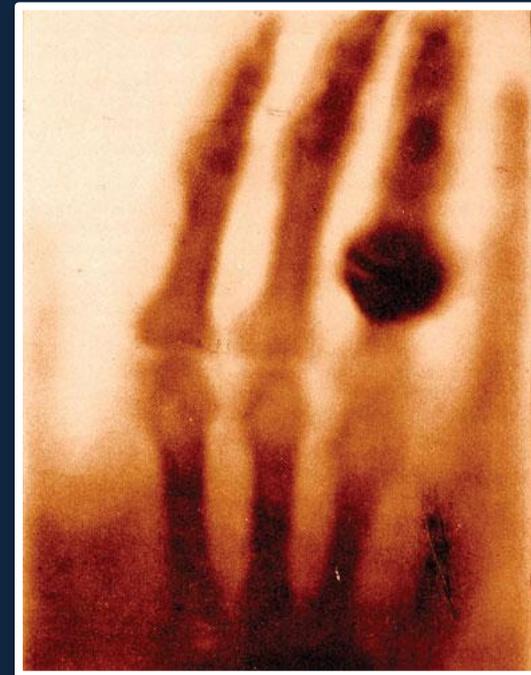
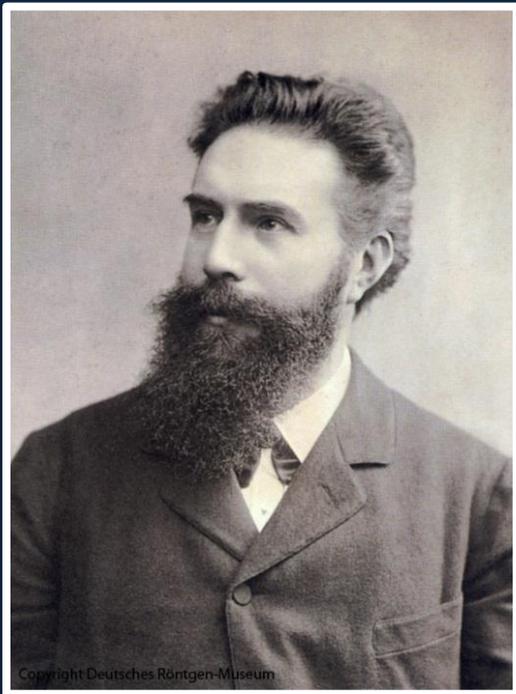
РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКИЙ МЕТОД

- **РЕНТГЕНОВСКАЯ ТРУБКА** - электровакуумное устройство, служащее источником РЕНТГЕНОВСКИХ ЛУЧЕЙ.
- Состоит из электронной трубки, испускающей пучок ЭЛЕКТРОНОВ, ударяющий в АНОД, рабочая часть которого сделана из тяжелого металла, например, вольфрама.
- Вольфрам при бомбардировке его потоком электронов высокой энергии испускает рентгеновские лучи (тормозное излучение)
- В настоящее время аноды изготавливаются главным образом из керамики, причём та их часть, куда ударяют электроны, — из молибдена



РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКИЙ МЕТОД

- 8 ноября 1895 года Вильгельм Конрад Рентген, профессор Вюрцбургского университета, случайно обнаружил изображение, полученное генератором катодных лучей, которое проецировалось далеко за пределы возможного диапазона катодных лучей (невидимые лучи), в последствии названных X-лучами.
- За это открытие ему была вручена Нобелевская премия



РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКИЙ МЕТОД

Биологическое воздействие

- Рентгеновское излучение является ионизирующим:
- ✓ Воздействует на ткани живых организмов и может быть причиной лучевой болезни, лучевых ожогов и злокачественных опухолей.
- ✓ При работе с рентгеновским излучением необходимо соблюдать меры защиты.
- ✓ Поражение прямо пропорционально поглощённой дозе излучения.
- ✓ Рентгеновское излучение обладает мутагенным фактором

Рентгенологический метод в стоматологии

- Первая оригинальная стоматологическая рентгенограмма с части стеклянной пластины для визуализации была сделана доктором Отто Валкоффом в январе 1896 года в его собственном рту в течение 25 минут.
- С тех пор визуализация зубов достигла огромных успехов и нашла применение в различных областях стоматологии.
- В широком смысле методы визуализации, используемые в стоматологии, можно разделить на следующие категории: внутриротовые и экстраоральные, аналоговые и цифровые, ионизирующие и неионизирующие изображения

РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКИЙ МЕТОД

- Рентгеновский аппарат -1929г, 1932г. Аппарат для рентгена на выставке стоматологической ассоциации, Калифорния, 1953



Устройство рентгеновского аппарата



Основные части рентгенодиагностического аппарата

1. Устройства для генерирования рентгеновского излучения

- Рентгеновский излучатель
- Рентгеновское питающее устройство

2. Устройство для формирования рентгеновского излучения

3. Рентгенодиагностические штативные устройства

4. Средства визуализации рентгеновского изображения



РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКИЙ МЕТОД

➤ Необходимость проведения рентгенологического исследования в стоматологии обусловлена тем, что более 50% площади зубов при внешнем осмотре не видны и могут быть визуализированы лишь рентгенологически.

Показания к проведению рентгенологического исследования в стоматологии следующие:

- кариозные поражения,
- пульпит,
- периодонтит,
- травматические повреждения челюстно-лицевой области,
- воспалительные заболевания челюстно-лицевой области,
- опухоли и кисты челюстно-лицевой области,
- деформации и системные поражения костей черепа,
- оценка эффективности ортопедических и лечебных мероприятий,
- нарушение прорезывания и формирования зубов.

Зачем делать рентген?

Перед согласием на лечение и вмешательство рекомендуется сделать рентгенограмму любого зуба, который необходимо восстановить или удалить. Следует отметить любую патологию, такую как кариес, потеря костной массы, неоптимальные методы лечения (например, неадекватное эндодонтическое вмешательство), субдесневой камень или другие поражения / патологии. При обсуждении с пациентом это также необходимо отметить



МЕТОДЫ ЛУЧЕВОЙ ДИАГНОСТИКИ В СТОМАТОЛОГИИ

Основные методики:

- а) внутриротовая рентгенография (контактная и в прикус),
- б) внеротовая рентгенография (прицельные рентгенограммы в стандартных проекциях)

Дополнительные методики:

- а) рентгеноскопия,
- б) компьютерная томография (КТ),
- в) электрорентгенография,
- г) линейная томография

МЕТОДЫ ЛУЧЕВОЙ ДИАГНОСТИКИ В СТОМАТОЛОГИИ

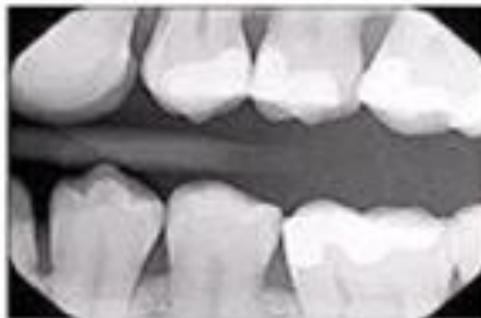
Специальные методики:

- а) зонография,
- б) рентгенография с прямым увеличением изображения (панорамная увеличенная рентгенография),
- в) томография (ТГ),
- г) панорамная томография - ортопантомография,
- д) стереорентгенография,
- е) рентгенография с применением контрастных веществ,
- ж) магнито-резонансная томография (МРТ).

МЕТОДЫ ЛУЧЕВОЙ ДИАГНОСТИКИ В СТОМАТОЛОГИИ



Periapical



Interproximal



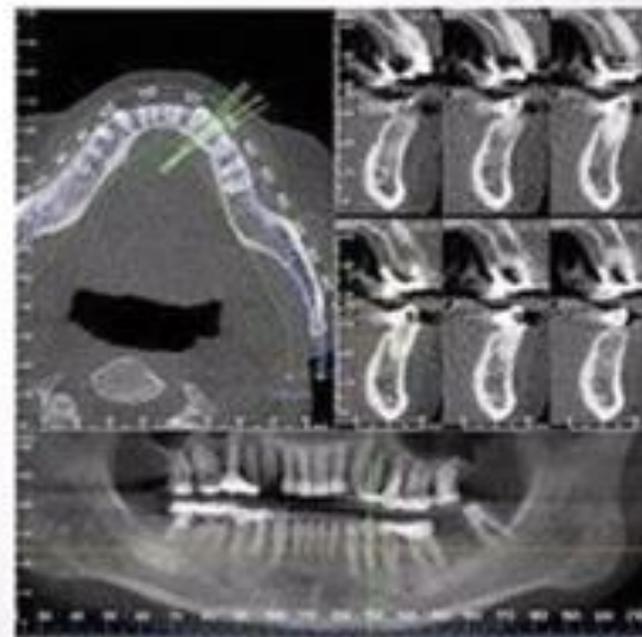
Panoramic



Occlusal



Cephalometric



CBCT

Рентгенологическое исследование

Внутриротовая (интраоральная) рентгенография

✓ Для определения состояния корней зубов и окружающей костной ткани выполняется внутриротовая рентгенография на дентальных рентгеновских аппаратах.

□ четыре способа съемки:

- ✓ периапикальный (контактный),
- ✓ параллельными лучами с увеличенного кожнофокусного расстояния,
- ✓ интерпроксимальный
- ✓ в прикус.



Интраоральное рентгенографическое обследование

- Является основой визуализации для практикующего стоматолога.
- Периапикальная рентгенограмма дает подробную информацию о зубах и окружающих тканях.
- Она в основном используется для оценки морфологии пульпы и корневого канала, поддержки состояния альвеолярной кости в межзубной области, выявления периапикальной патологии и переломов коронки / корня.
- Это особенно полезно для эндодонтического лечения для оценки перед лечением корней и морфологии корневых каналов, кальцификатов, искривлений, периапикальных поражений, определения рабочей длины, качества и степени obturation корневых каналов и мониторинга заживления после лечения

Интраоральное рентгенографическое обследование

- С этой целью Гордон М. Фитцджеральд разработал специальный метод периапикальной рентгенографии, который получил название техники параллельного или длинного конуса.
- Пленка размещается параллельно длинной оси зуба, подлежащего рентгенографии, а центральный пучок рентгеновских лучей направляется под прямым углом к пленке и зубам.
- Длинный конус трубки увеличивает расстояние между источником и объектом, что приводит к уменьшению размера фокусного пятна.
- Этот метод уменьшает геометрические искажения, а также позволяет избежать наложения других анатомических структур, которые могут затенять зубы





Интраоральный периапикальный рентгеновский снимок помогает увидеть количество и морфологию корней и корневых каналов, периапикальный статус и межзубную опору альвеолярной кости. В этом случае виден кариозный нижний коренной зуб с диффузным просветлением вокруг обоих верхушек корня, что указывает на хронический процесс;

Интраоральный периапикальный рентгеновский снимок

Для наблюдения за заживлением периапикального поражения рентгеновское изображение необходимо стандартизировать, чтобы сохранять одинаковый горизонтальный и вертикальный углы при каждом последующем посещении

Доступны несколько устройств для удержания пленки, которые позволяют воспроизводить одинаковый угол наклона и получать сопоставимые изображения.

- **Внутриротовая рентгенография в прикус** (окклюзионная) выполняется в тех случаях, когда невозможны внутриротовые контактные снимки:
 - ✓ повышенный рвотный рефлекс
 - ✓ тризм у детей
 - ✓ при необходимости исследования больших отделов альвеолярного отростка и твердого неба
 - ✓ для оценки интерпроксимальных поверхностей 3-4 верхних и нижних зубов одновременно берутся прикусные или интерпроксимальные рентгенограммы
 - ✓ для оценки состояния щечной и язычной кортикальной пластинок нижней челюсти и дна полости рта.

Интраоральный периапикальный рентгеновский снимок

Окклюзионная рентгенограмма показывает большой сегмент зубной дуги, который нельзя увидеть на периапикальной рентгенограмме, например кисту. Это помогает обнаружить лишние / ретинированные зубы и инородные тела в челюстях и камни в протоках поднижнечелюстных желез



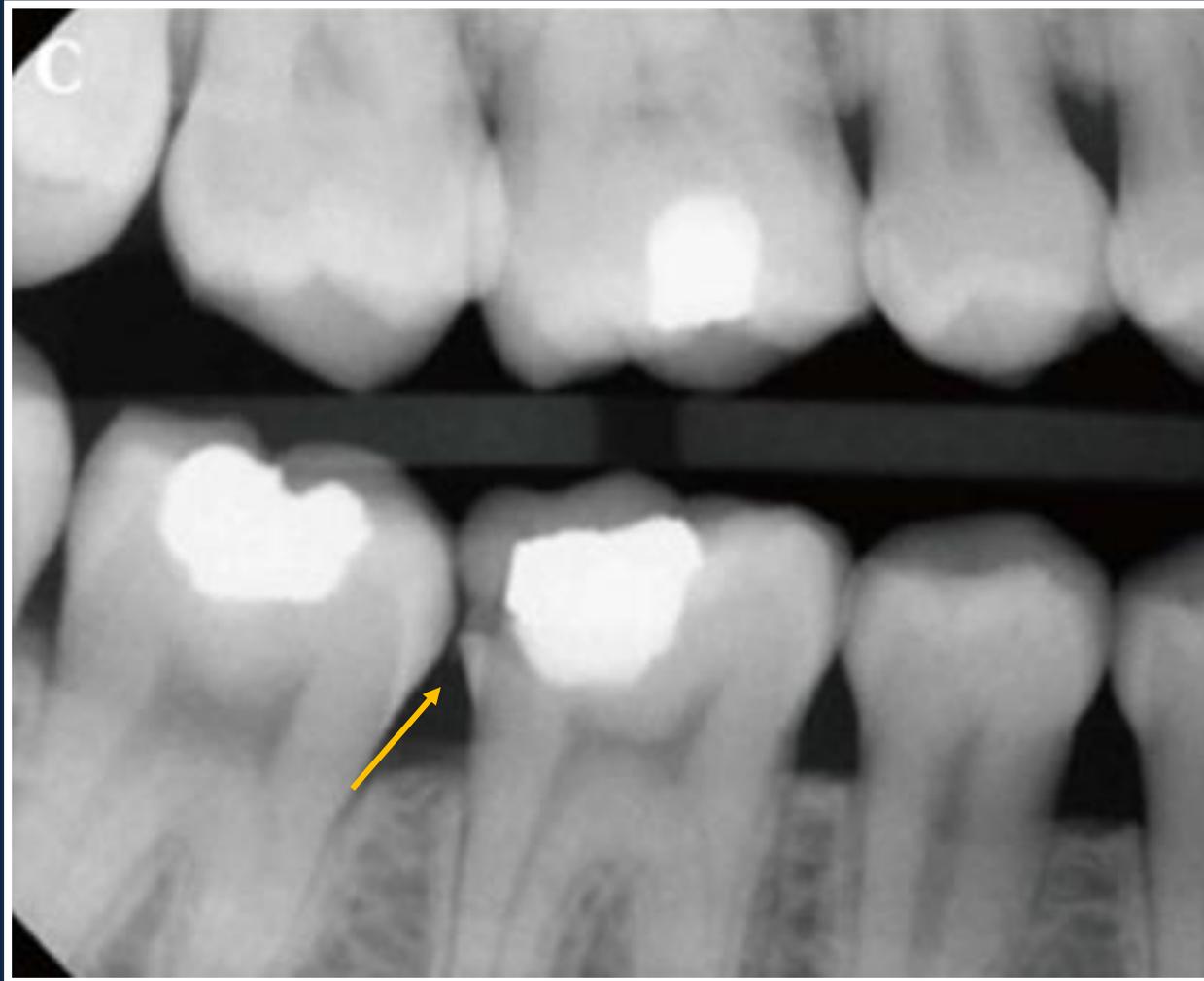
Окклюзионный вид верхней челюсти полезен для оценки линии швов верхнечелюстных отростков и степени большого патологического поражения, такого как киста, а также для определения местоположения ретинированных зубов. На этом снимке виден ретинированный левый клык верхней челюсти;

✓ **Внутриротовая рентгенография в прикус**

Пленка имеет лоскут, на который пациент прикусывает, чтобы пленка удерживалась на месте одновременно на коронках верхних и нижних зубов (отсюда и название рентгеновского снимка в прикус).

Прикусные пленки особенно ценны:

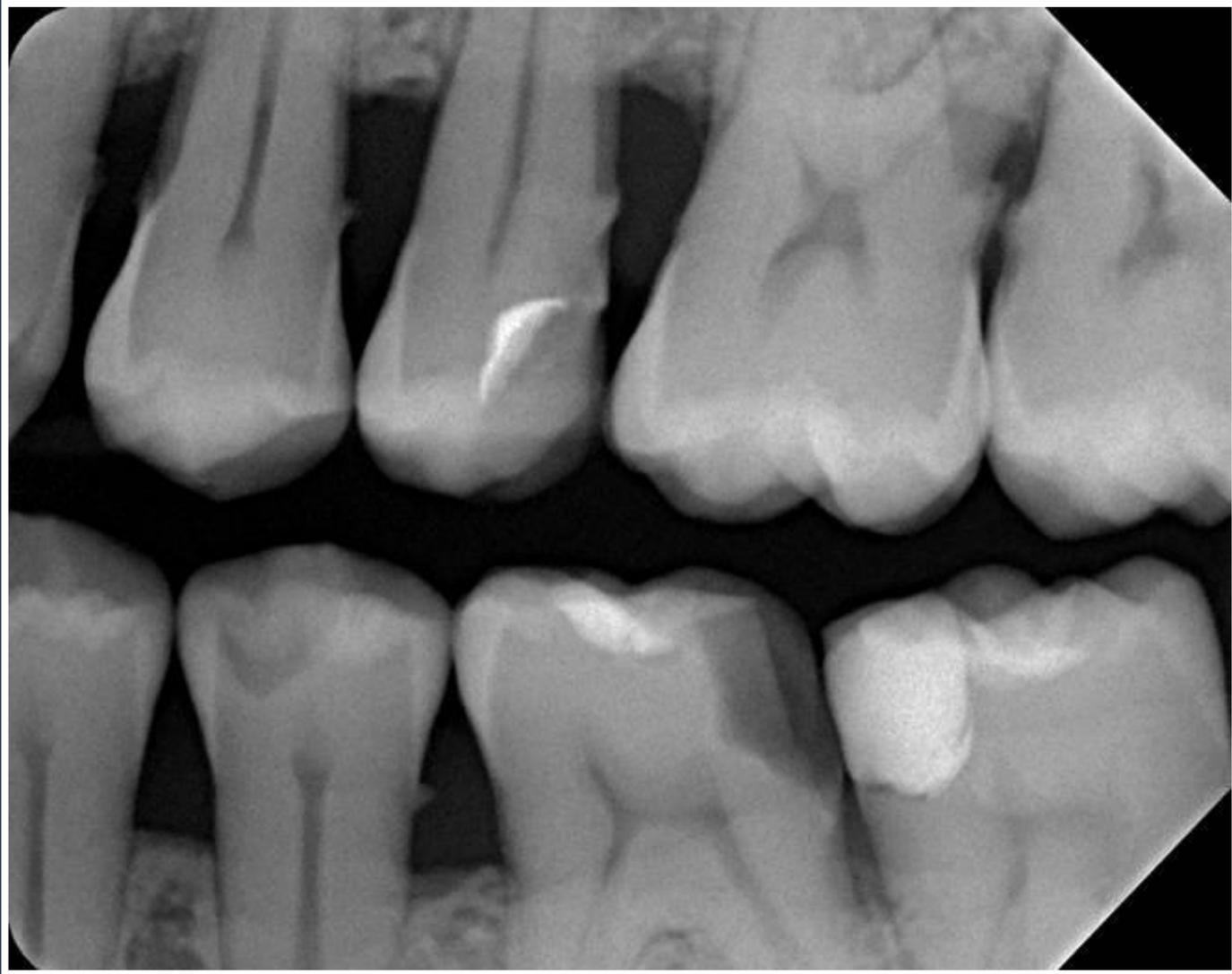
- ✓ для выявления межпроксимального кариеса на ранних стадиях развития до того, как он проявится клинически
- ✓ выявления вторичного кариеса ниже реставрации и оценки состояния межпроксимального отдела кости



Рентгеновский снимок в прикус - дистальная проксимальная поверхность 1-го нижнего моляра показывает кариозный дефект



- **Внутриротовые интерпроксимальные рентгенограммы** - пленку или датчик удерживают с помощью держателя или кусочка плотной бумаги, зажатого между сомкнутыми зубами. Центральный луч направляют перпендикулярно к коронкам и пленке.
- На рентгенограмме без искажений получается изображение краевых отделов альвеолярных отростков и коронок верхней и нижней челюсти, что имеет существенное значение для диагностики кариеса на интерпроксимальных проекциях.



Требования к внутриротовым рентгенограммам: на контрастном снимке на черном фоне четко дифференцируется структура костной ткани, полость зуба, корневые каналы, кортикальная пластинка лунки, периодонтальная щель.



- Обычные рентгенограммы обеспечивают отличное изображение для большинства стоматологических рентгенологических исследований. Их основное применение в дополнение к клиническому обследованию, обеспечивает понимание внутренней структуры зубов и опорной кости для выявления кариеса, периодонта и периапикальные заболевания, а также другие костные патологии.
- Существенным ограничением традиционной рентгенографии является наложение вышележащих структур, которые закрывают интересующий объект
- В конечном итоге это приводит к свертыванию трехмерной структурной информации на двумерное изображение, что приводит к потере пространственной информации в третьем измерении.

- **Пленочная рентгенография** требует наличия и обслуживания темной комнаты, обращения с химическими веществами и связана с ошибками обработки
- Все эти недостатки преодолены с появлением цифровой рентгенографии
- Эта революция является результатом как технологических инноваций в процессах получения изображений, так и развития сетевых вычислительных систем для поиска и передачи изображений.
- Самой первой системой, которая была введена в цифровую рентгенографию в стоматологии, была **радиовизиография** (RVG, ранее Trex-trophy Radiology Inc., Мариетта, Джорджия) от **Trophy во Франции в 1987 году.**

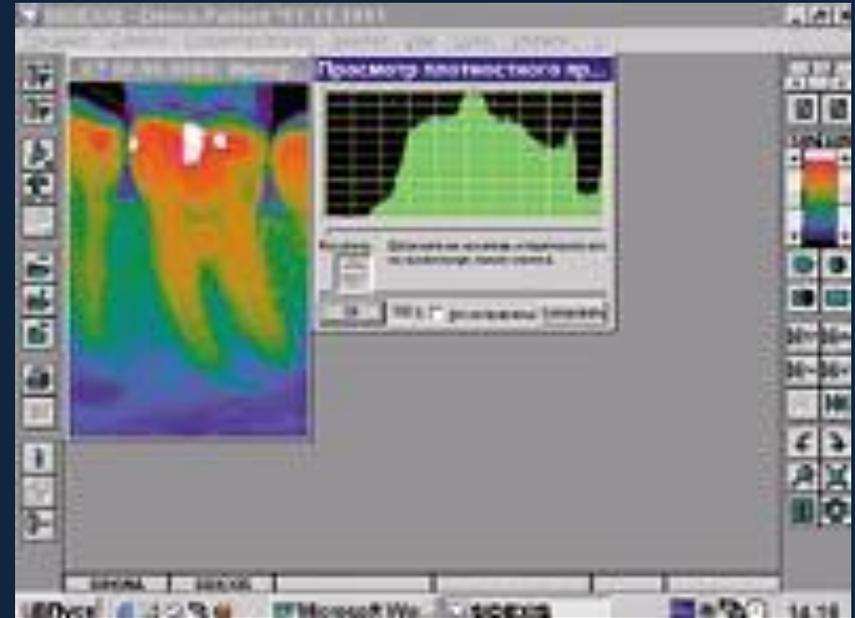
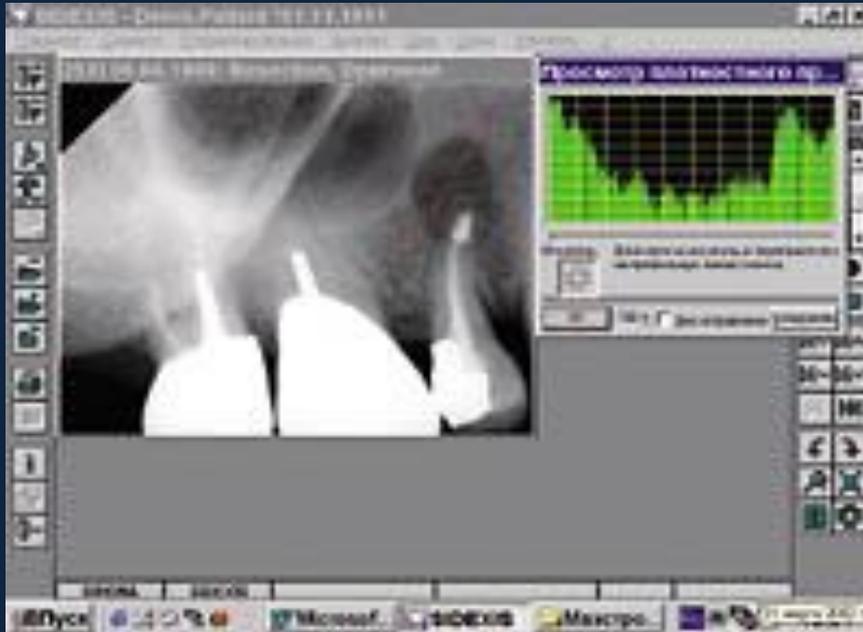
Радиовизиография

Радиовизиография - это один из методов рентген-диагностики заболеваний зубного ряда, при котором используется специальный прибор - радиовизиограф.

Радиовизиограф (или визиограф) - специальное устройство, представляющее собой датчик, который накладывается на больной зуб для получения качественного и детального снимка.



В визиографе приёмником рентгеновского излучения является не плёнка, а специальный датчик. Данные с такого датчика передаются в компьютерный блок обработки сигнала, с которого изображение передаётся на монитор



Одной из наиболее часто упоминаемых положительных характеристик цифровой рентгенографии является снижение дозы облучения до 80% по сравнению с обычной пленочной рентгенографией

(Муен Ф, Бенц С, Соннабенд Э, Лодтер Дж. П. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1989 Aug; 68: 238-42)

С помощью программного обеспечения можно максимально изучить рентгеновский снимок: измерить длину каналов, сделать инверсию (отобразить чёрно-белый снимок в бело-чёрный), сделать рельеф и тогда можно увидеть объект объёмным.



Внеротовое рентгенографическое обследование

- Внеротовое рентгенографическое обследование, используемое в стоматологии, включает:
 - ✓ панорамные рентгенограммы
 - ✓ задне-передний и боковой вид черепа
 - ✓ задне-переднее и латеральное цефалометрическое исследование
- Внеротовые рентгенограммы помогают исследовать большие области челюстей и черепа, контролировать рост и развитие черепно-лицевого скелета, определять локализацию ретинированных зубов и крупных патологических поражений, а также оценивать височно-нижнечелюстной сустав

Панорамные рентгенограммы

- Панорамная визуализация стала популярным и важным диагностическим инструментом с момента ее появления в 1950-х годах.
- Это специальный томографический метод, используемый для получения плоского изображения изогнутых поверхностей челюстей
- Основным принципом визуализации является томография криволинейной поверхности. Он визуализирует всю верхнюю и нижнюю челюсти, височно-нижнечелюстные суставы и связанные с ними структуры на одной пленке, т. е. дает панорамный вид челюстей или вид «с высоты птичьего полета»

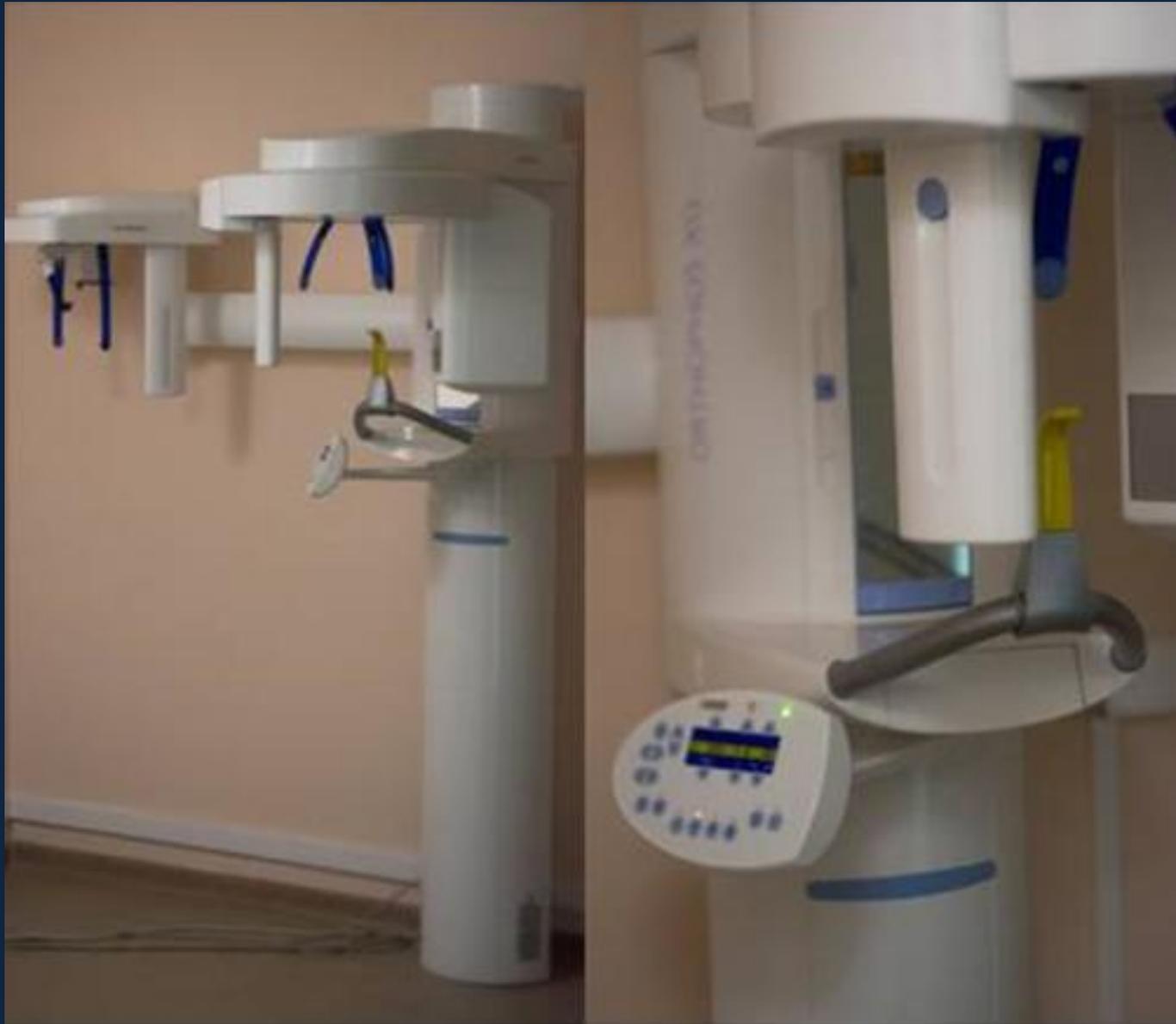
Ортопантомография (ОПТГ) бывает цифровой и плёночной. Преимущество цифровой ОПТГ:

- снижение времени и дозы облучения пациента;
- получение качественного изображения, подверженного последующим графическим обработкам;
- возможность записи на магнитные носители с созданием электронных архивов.

В стоматологии ОПТГ имеет ключевое значение — многие виды лечения нельзя начинать без проведения этого метода диагностики.



Панорамные рентгенограммы



Панорамная томография - ОПТГ, является разновидностью зонограммы (линейной томографии). Получается изображение всей зубочелюстной системы, увеличенное на 30%. Высокая информативность метода позволяет его рекомендовать при многих заболеваниях зубов и челюстной системы



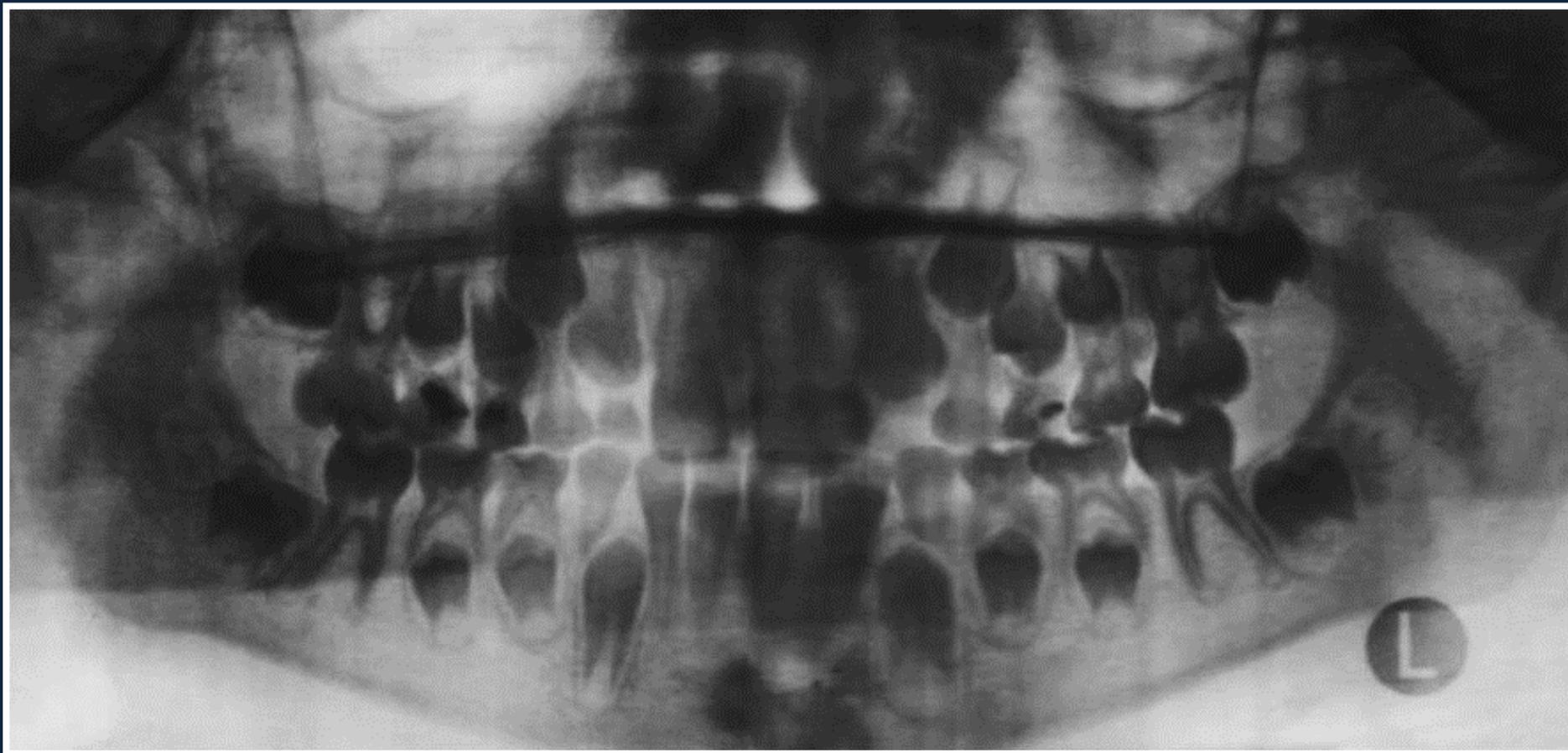
Показания к ортопантомографии:

- Оценка состояния гайморовых пазух;
- Заболевания височно-нижнечелюстного сустава;
- Заболевания пародонта (околозубных тканей);
- Абсцесс челюсти;
- Планирование лечебных процедур – перед удалением зубов, нервов, перед операциями на челюстях, лицевом скелете и так далее;
- Протезирование зубов;
- Удаление нерва;
- Контроль проведенного лечения;
- Исследование прикуса;
- Выявление инородных тел в области челюстей;
- Переломы челюсти – ортопантомограмму необходимо выполнить до начала лечения (для определения локализации, степени и характера перелома), а также после его окончания (для контроля эффективности лечебных мероприятий).

➤ Панорамная томография



Для оценки зубных рядов и опоры
костей, выявления ретинированных зубов

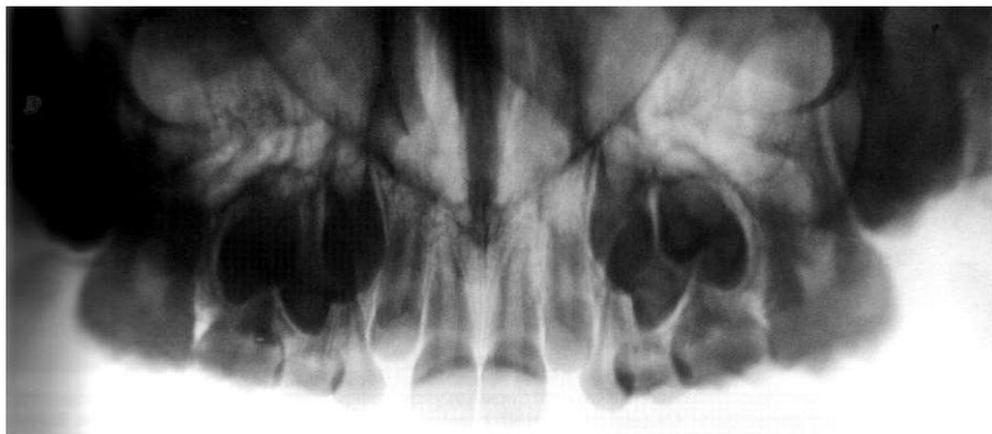


Увеличенная панорамная рентгенограмма

При панорамной рентгенографии анод острофокусной рентгеновской трубки (диаметр фокусного пятна 0,1-0,2мм) вводят в полость рта, а рентгеновскую пленку в полиэтиленовой кассете с усиливающими экранами помещают снаружи. На прямых рентгенограммах получают изображения верхней или нижней челюсти и зубного ряда, на боковых – правая или левая половина обеих челюстей. Увеличение изображения в 1,2-1,6 раза обеспечивает четкое и идеальное изображение структуры кости и твердых тканей зуба.



Увеличенная панорамная рентгенограмма



- **Рис 1 . Панорамная рентгенограмма верхней челюсти 8-летнего ребенка с увеличением.**



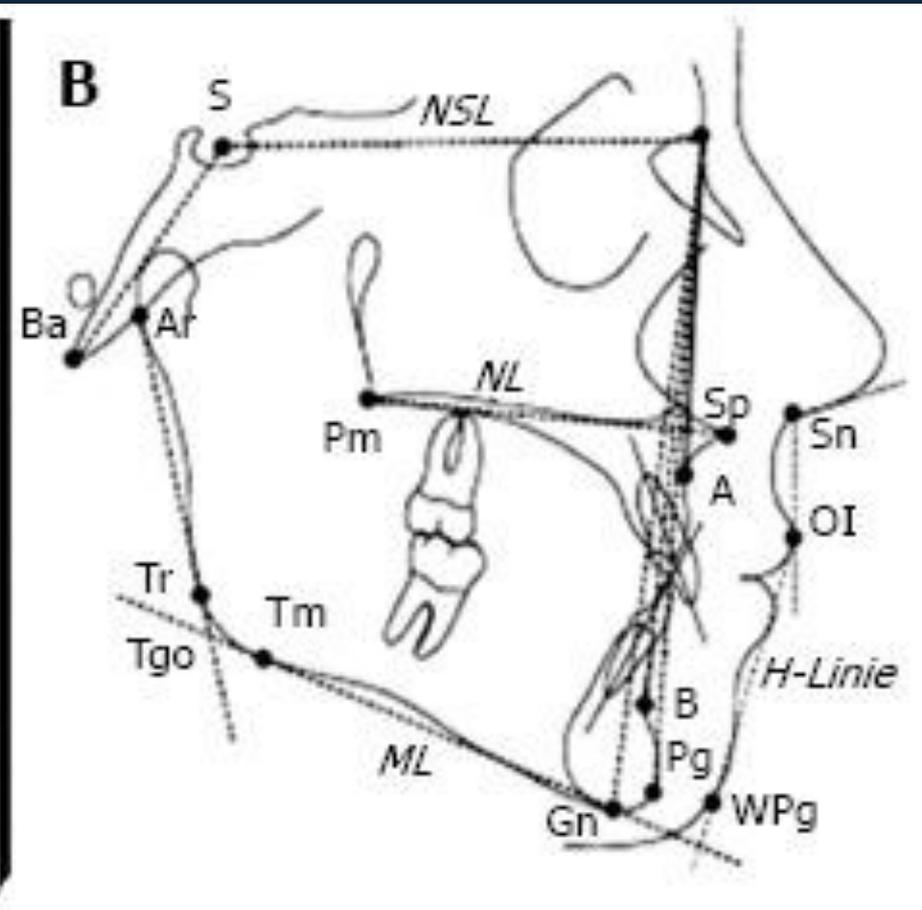
- ▶ **Рис. 2. Панорамная рентгенограмма нижней челюсти в прямой проекции с увеличением.**

Панорамная томография

- **НЕДОСТАТКИ.** Однако данный метод подвержен значительным и непредсказуемым геометрическим искажениям и имеет относительно низкое пространственное разрешение по сравнению с внутриротовыми рентгенограммами. В зависимости от положения пациента и индивидуальной кривизны челюстей в передней области могут возникать большие различия в проецировании изображения. Кроме того, он не отображает тонких анатомических деталей, доступных на интраоральной периапикальной рентгенограмме. Но он дает преимущество в дозе по сравнению с большим количеством внутриротовых рентгенограмм

Цефалометрические рентгенограммы

- Показывают всю сторону головы и помогают оценить пространственные отношения между черепными и зубными структурами
- Они представляют ценность для сравнения изменений в росте и развитии структур зубов и скелета до, во время и после ортодонтического лечения, включая профиль мягких тканей (при меньшем рентгеновском облучении)
- Последовательные цефалограммы могут определить количество и направление роста лицево-верхнечелюстного комплекса.



A: боковой цефалометрический рентгеновский снимок полезен для определения кранио-лицевых структур и их взаимосвязи с положением челюстей и зубов;

B: Различные ориентиры, используемые для оценки образованных плоскостей и углов, для постановки диагноза и планирования лечения для ортодонтического лечения / ортогнатической хирургии.



- Стоматология стала свидетелем огромного прогресса во всех своих отраслях за последние три десятилетия.
 - С этими достижениями потребность в более точных диагностических инструментах, особенно в методах визуализации, стала обязательной.
- От простых интраоральных периапикальных рентгеновских снимков, современные методы визуализации, такие как компьютерная томография, компьютерная томография с коническим лучом, магнитно-резонансная томография и ультразвук, также нашли свое место в современной стоматологии.
- Переход с аналоговой на цифровую рентгенографию не только упростил и ускорил процесс получения изображения, но и упростил хранение и обработку изображений (яркость / контрастность, обрезка изображения и т. д.). Трехмерное изображение сделало сложные черепно-лицевые структуры более доступными для исследования и ранней и точной диагностики глубоких поражений.

**Современные тенденции лучевой
диагностики в стоматологии и челюстно-
лицевой хирургии**

Тенденции лучевой диагностики

Быстрый переход на цифровые технологии регистрации изображений

Появление портативных рентгеновских аппаратов, в том числе на основе микрофокусной трубки

Быстрое внедрение конусно-лучевой компьютерной томографии

Активное использование высокотехнологичных методов ЛД, в том числе на первом этапе обследования пациентов

Создание специализированных интегрированных программных продуктов для стоматологии, имплантологии и ЧЛХ

Снижение медицинского облучения

Тенденции лучевой диагностики

Быстрый переход на цифровые технологии регистрации изображений

Появление портативных рентгеновских аппаратов, в том числе на основе микрофокусной трубки

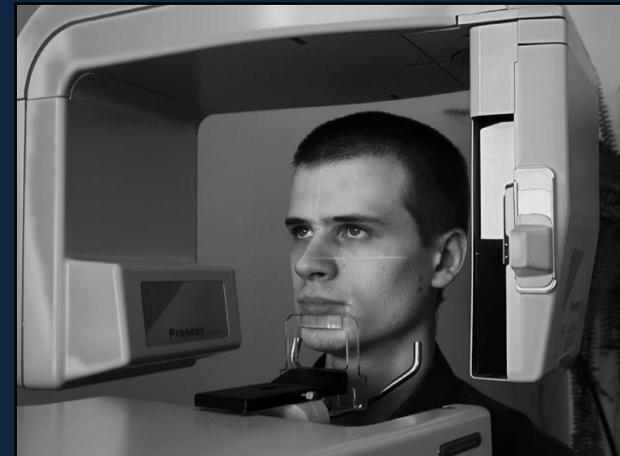
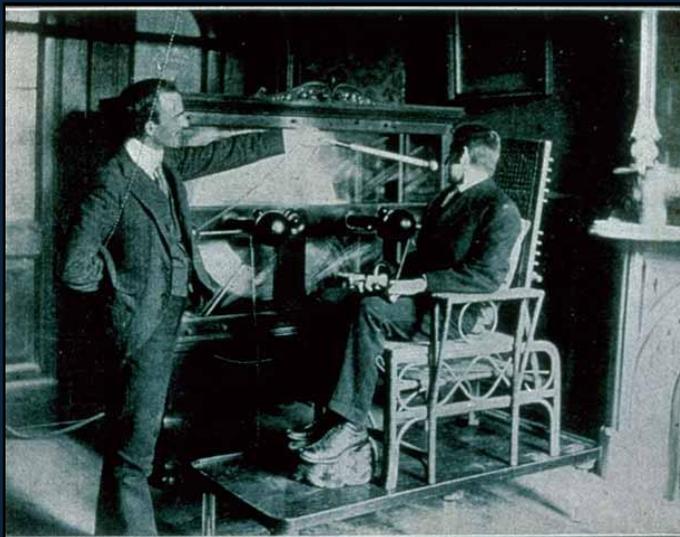
Быстрое внедрение конусно-лучевой компьютерной томографии

Активное использование высокотехнологичных методов ЛД, в том числе на первом этапе обследования пациентов

Создание специализированных интегрированных программных продуктов для стоматологии, имплантологии и ЧЛХ

Снижение медицинского облучения

Цифровые технологии



Цифровые технологии

Практически все методы медицинской визуализации в настоящий момент **имеют** в своей основе **цифровой способ формирования** диагностического изображения

Конечной целью развития радиологических информационных систем является создание **единого цифрового диагностического отделения** на основе бесплочной технологии работы

Преимущества цифровых технологий

Высокий динамический диапазон передачи плотностей

Возможность разнообразной обработки изображений

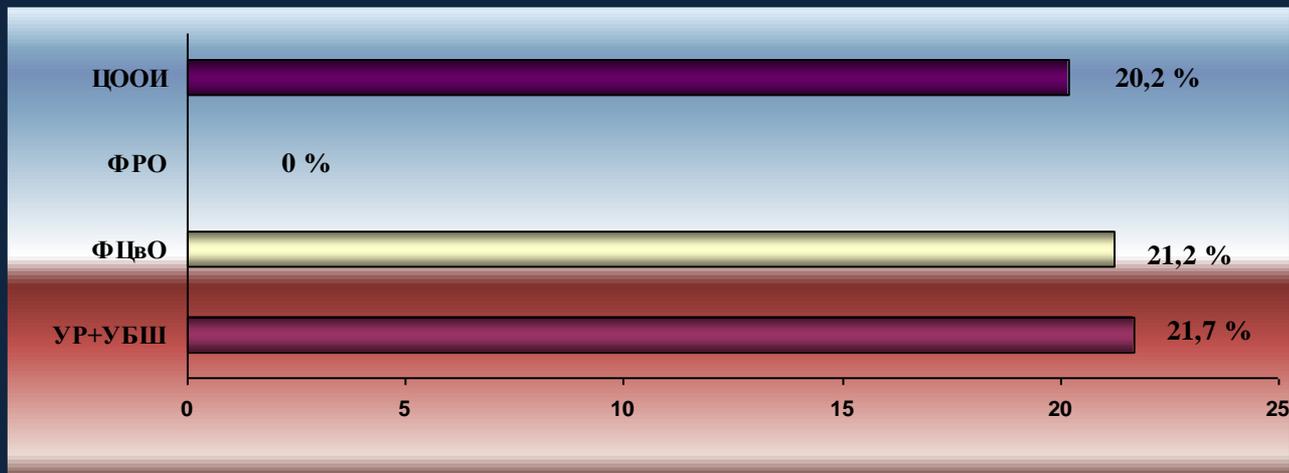
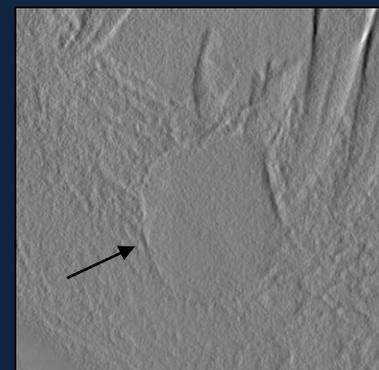
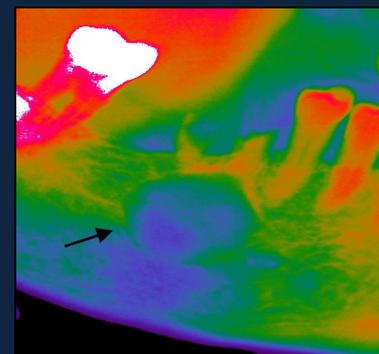
Снижение лучевой нагрузки

Идентичность копий исходному изображению

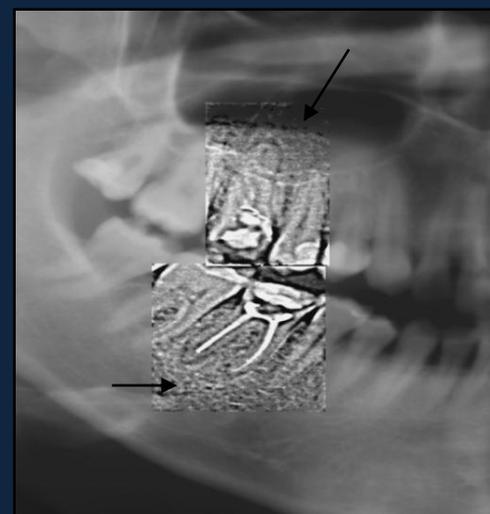
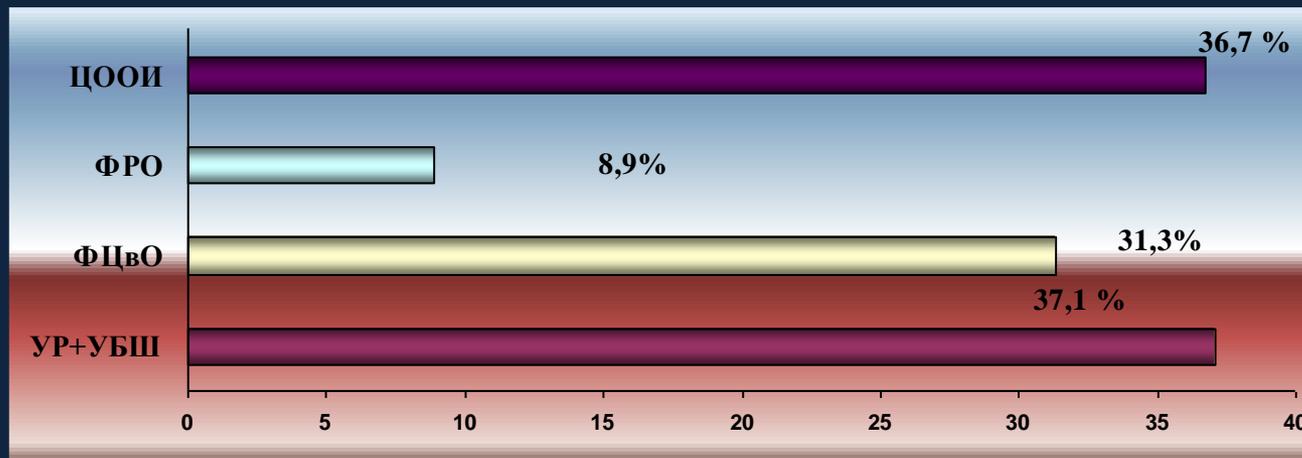
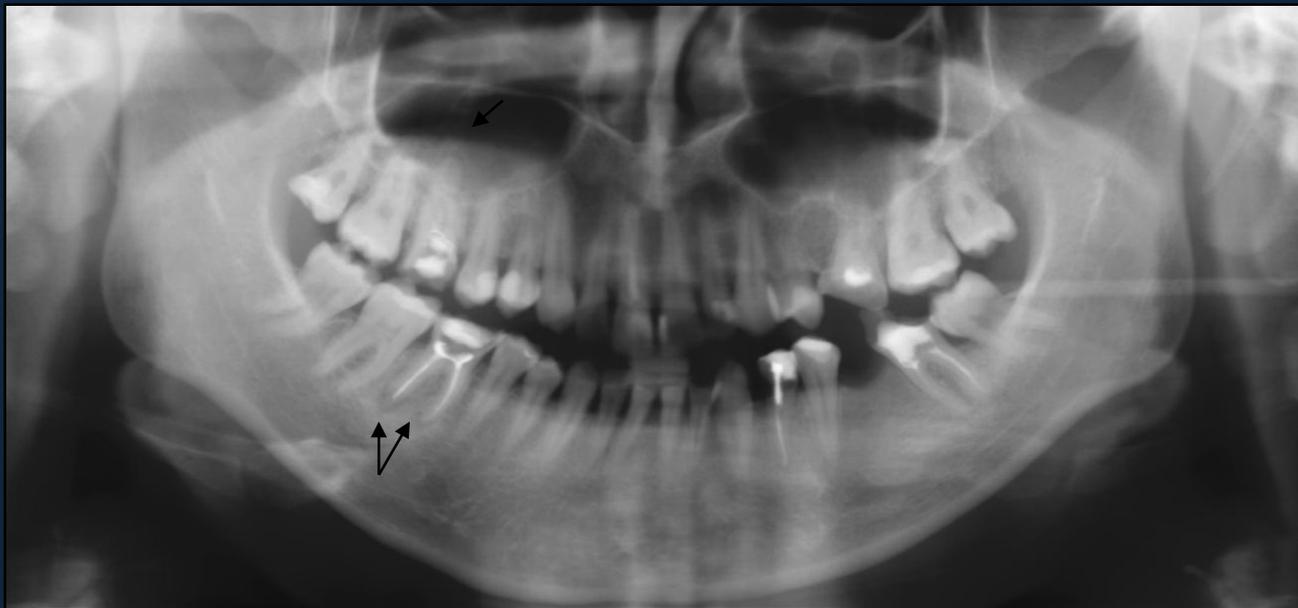
Удобство архивирования

Удобство передачи на расстояние

Цифровая ортопантомография



Цифровая ортопантомография

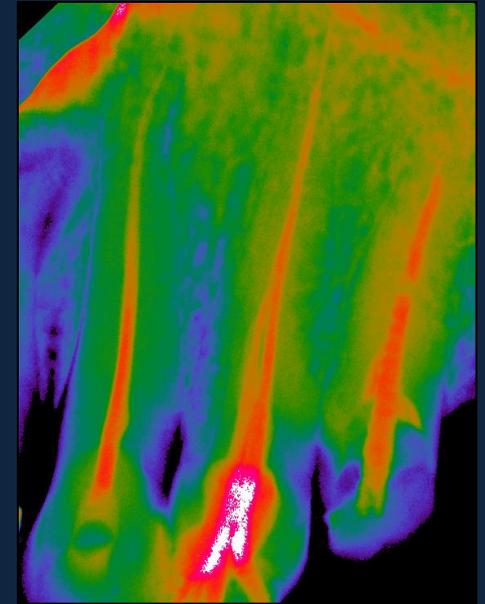
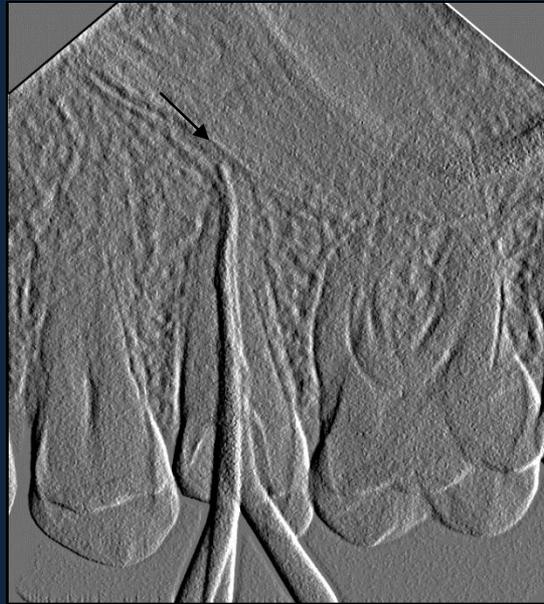


Радиовизиография

Размещение **радиовизиографов** в помещениях стоматологических кабинетов

- расстояние от фокуса рентгеновской трубки до стен не менее 0,5 м;
- специализированная защита для пациента и врача;
- использование направляющих при съемке;
- индикация дозы на аппарате и в карточке пациента;
- регулярное тестирование рентгеновской трубки;
- дозиметрический контроль за дозой медицинского персонала.

Радиовизиография



	<i>Se</i>	<i>Sp</i>	<i>PPV</i>	<i>NPV</i>	<i>P</i>
<i>Гранулирующий периодонтит</i>	0,53-0,87	0,62-0,89	0,57-0,87	0,59-0,86	0,008
<i>Гранулема / КГ</i>	0,68-0,92	0,62-0,89	0,66-0,91	0,64-0,91	0,005
<i>Киста</i>	0,48-0,94	0,76-0,94	0,33-0,78	0,85-0,98	0,001
<i>Остеопороз</i>	0,07-0,37	0,81-0,98	0,31-0,91	0,50-0,73	0,0001

Тенденции лучевой диагностики

Быстрый переход на цифровые технологии регистрации изображений

Появление портативных рентгеновских аппаратов, в том числе на основе микрофокусной трубки

Быстрое внедрение конусно-лучевой компьютерной томографии

Активное использование высокотехнологичных методов ЛД, в том числе на первом этапе обследования пациентов

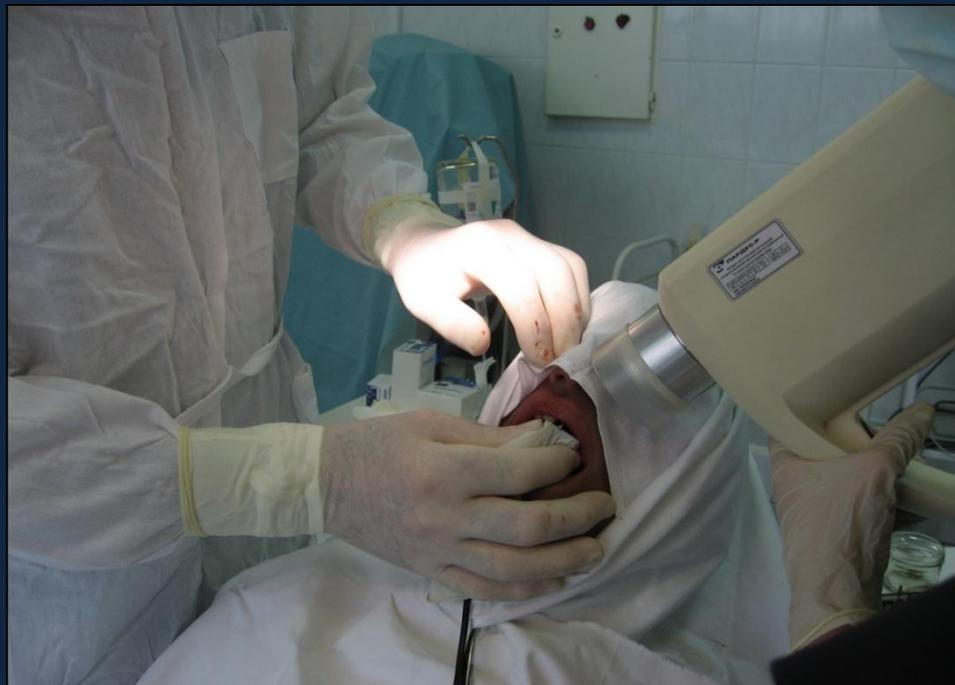
Создание специализированных интегрированных программных продуктов для стоматологии, имплантологии и ЧЛХ

Снижение медицинского облучения

Портативные рентгеновские аппараты

	<i>DX-3000</i> <i>(Dexowin, Корея)</i>	<i>NOMAD</i> <i>(Aribex, США)</i>	<i>ПАРДУС-Р</i> <i>(ЭЛТЕХ-Мед, Россия)</i>	<i>AXD-4000</i> <i>(Dexowin, Корея)</i>	<i>REXTAR</i> <i>(Poskom, Корея)</i>
<i>Внешний вид</i>					
<i>Напряжение, кВ</i>	<i>60</i>	<i>60</i>	<i>50-70</i>	<i>60</i>	<i>70</i>
<i>Ток, мА</i>	<i>1</i>	<i>2,3</i>	<i>0,1 – 0,2</i>	<i>1</i>	<i>2</i>
<i>Диаметр фокусного пятна, мм</i>	<i>0,8</i>	<i>0,4</i>	<i>< 0,1</i>	<i>0,8</i>	<i>0,4</i>

Портативные рентгеновские аппараты



Интраоперационный контроль хирургических манипуляций при выполнении дентальной имплантации

Контроль регенерации костной ткани после хирургического лечения кист ЧЛО

Тенденции лучевой диагностики

Быстрый переход на цифровые технологии регистрации изображений

Появление портативных рентгеновских аппаратов, в том числе на основе микрофокусной трубки

Быстрое внедрение конусно-лучевой компьютерной томографии

Активное использование высокотехнологичных методов ЛД, в том числе на первом этапе обследования пациентов

Создание специализированных интегрированных программных продуктов для стоматологии, имплантологии и ЧЛХ

Снижение медицинского облучения

Конусно-лучевая компьютерная томография

Конусно-лучевая томография (*cone-beam tomography*)

Конусно лучевая объемная томография (*cone-beam volume tomography*)

Конусно-лучевая компьютерная томография (*cone-beam computerized tomography*)

Цифровая объемная томография (*digital volume tomography*)

Дентальная объемная томография (*dental volume tomography*)

Ортопантомография - 90 %

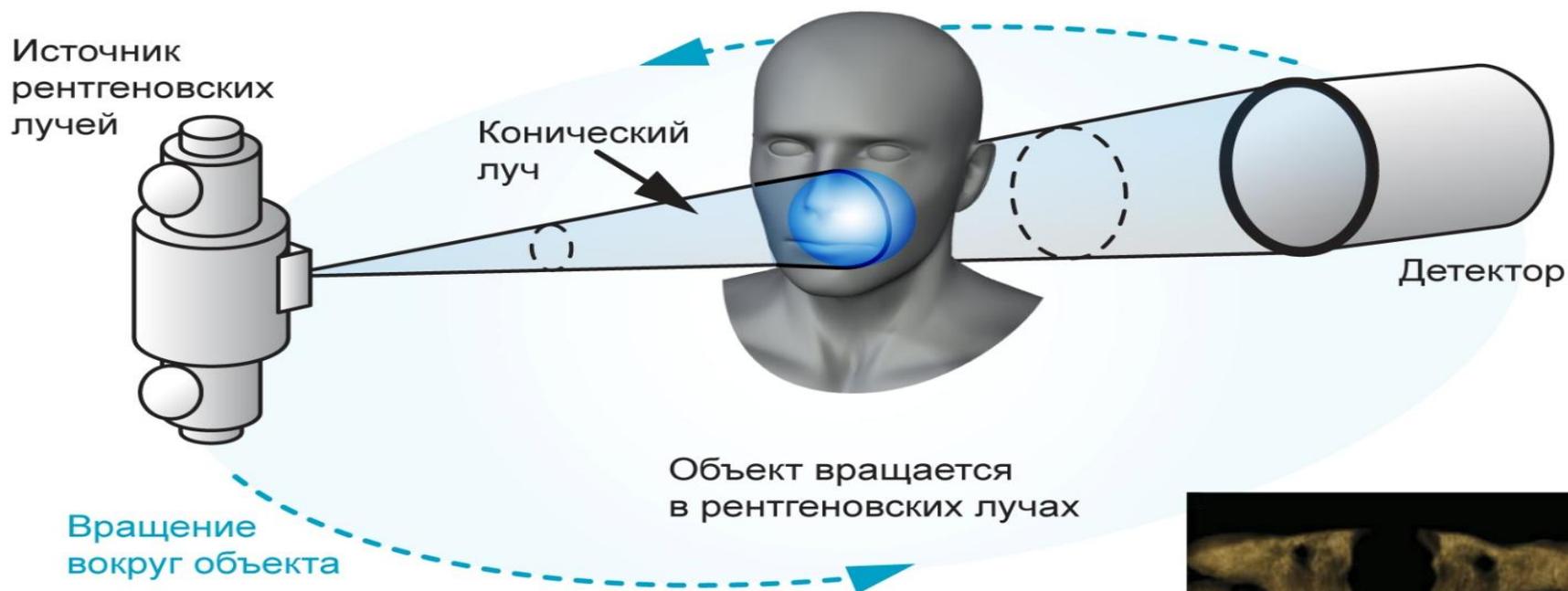
КЛКТ - 5 %

ОПТГ - 20 %

КЛКТ - 80 %

Конусно-лучевая компьютерная томография

Принцип работы конусно-лучевого томографа



Объемная реконструкция

Конусно-лучевая компьютерная томография



Конусно-лучевая компьютерная томография

Разрешение

- до 2,5 пар линий/мм

Размер воксела

- 0,125-0,4 мм

Доза

- 30-50 мкЗв

Время экспозиции

- около 17 сек.

KV

- 60-80 KV

mA

- 1-10 mA

Поле зрения

- от 6x6 см до 20x40 см

Время реконструкции

- 1,5 мин – 10 мин

Обычный размер файла

- 50-700 Мб

Положение пациента

- стоя, сидя или лежа

Занимаемое пространство

- 50x50 см - 160x 20 см ⁷¹

Конусно-лучевая компьютерная томография

Аксиальные срезы

Мультипланарные и 3D реконструкции

Панорамные срезы

Цефалостат

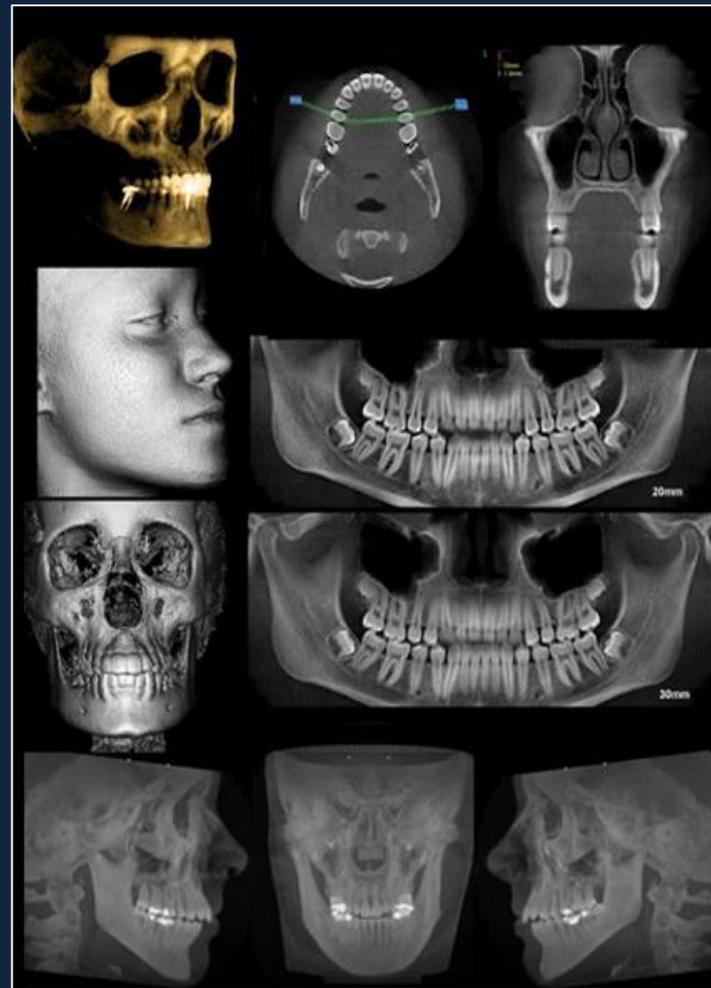
Реконструкция мягких тканей

Измерение расстояний, углов, плотностей тканей

Анализ костной структуры

Экспорт изображений в DICOM, JPEG, TIFF др.

Создание отчетов



Конусно-лучевая компьютерная томография

Показания к исследованию

Аномалии и пороки развития

Воспалительные заболевания

Механические травмы

Новообразования различного генеза

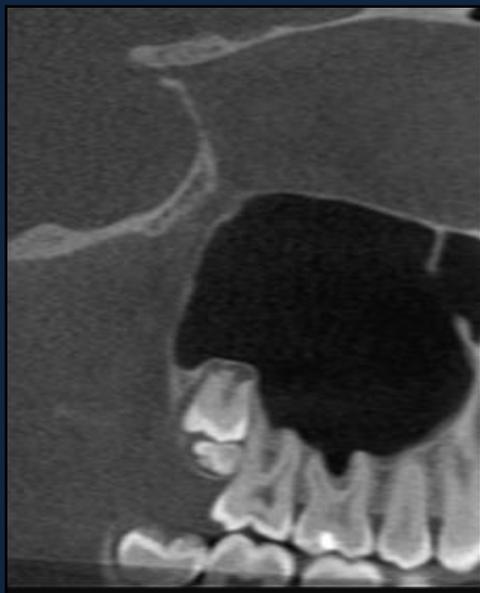
Заболевания ВНЧС

Заболевания ЛОР-органов

Планирование и контроль лечения

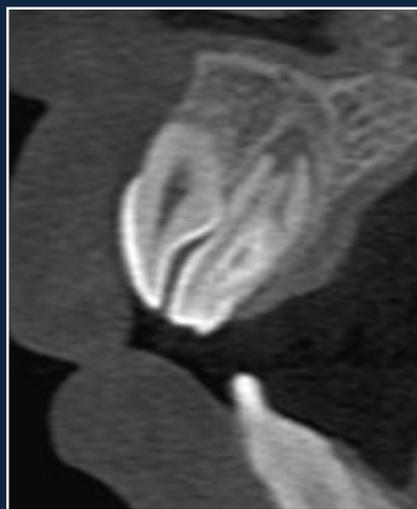


Конусно-лучевая компьютерная томография

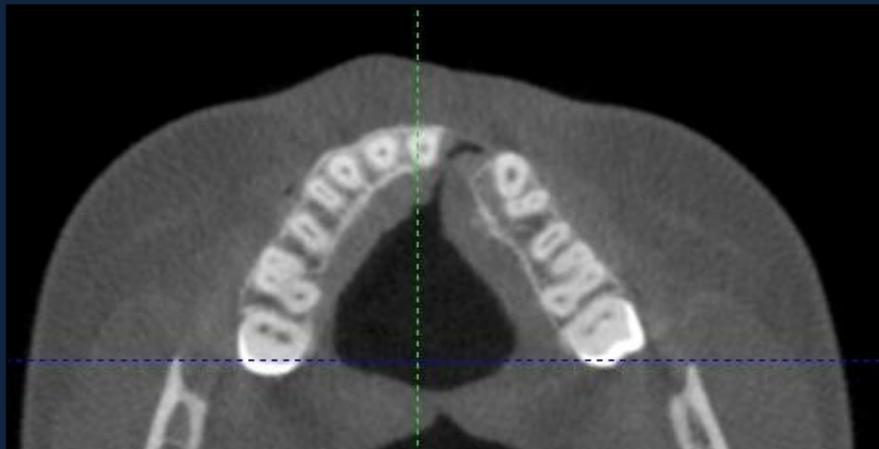


Диагностика аномалий и пороков развития

- аномалии количества, формы, положения и строения зубов*



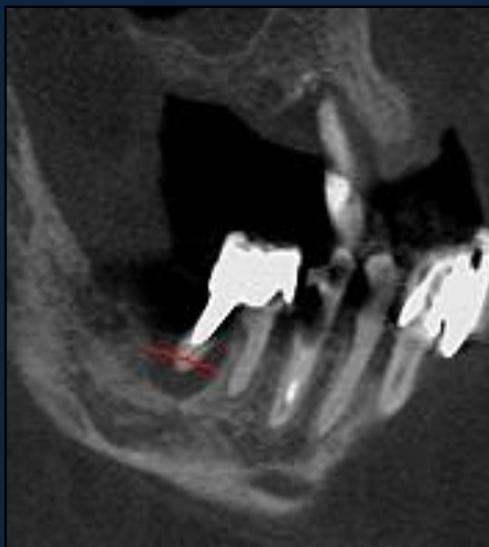
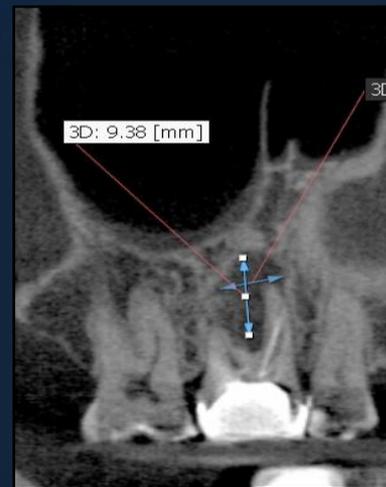
Конусно-лучевая компьютерная томография



Диагностика
аномалий и
пороков
развития

- дизрафии

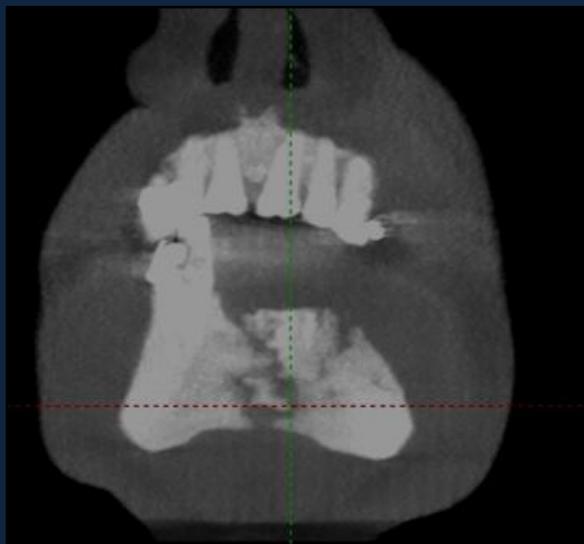
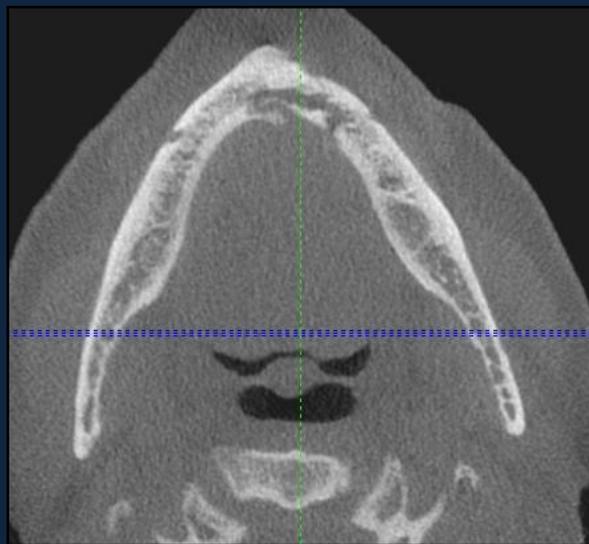
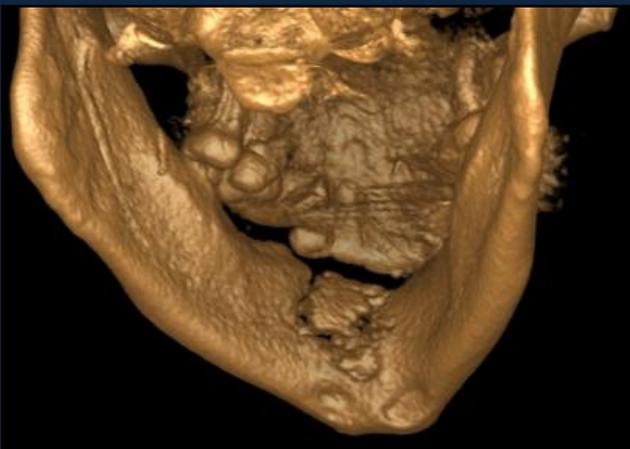
Конусно-лучевая компьютерная томография



Диагностика
воспалительных
заболеваний

- хронические
периодонтиты

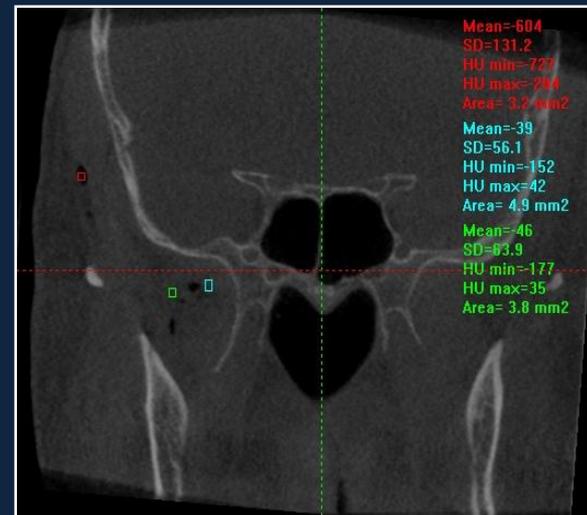
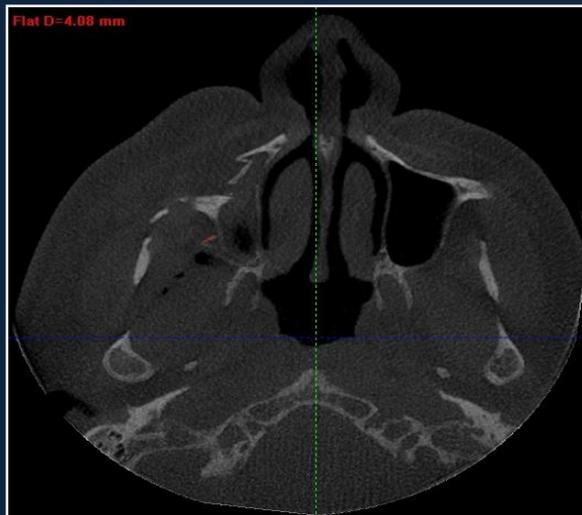
Конусно-лучевая компьютерная томография



**Диагностика
воспалительных
заболеваний**

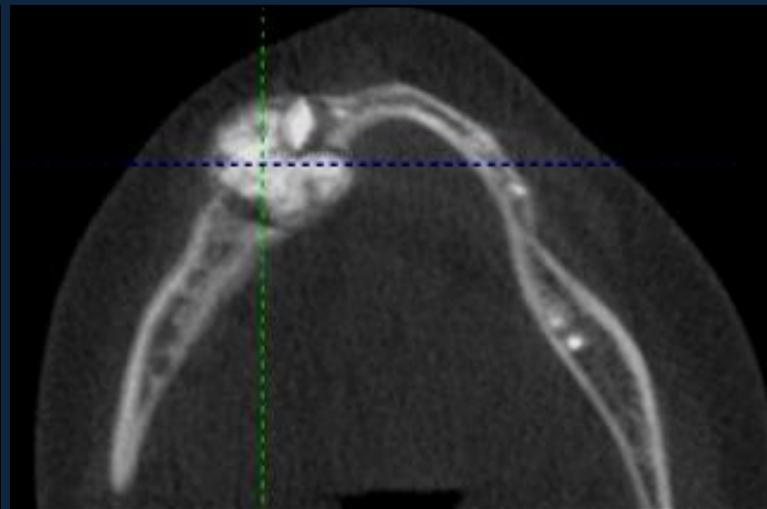
- *остеомиелиты
различного генеза*

Конусно-лучевая компьютерная томография



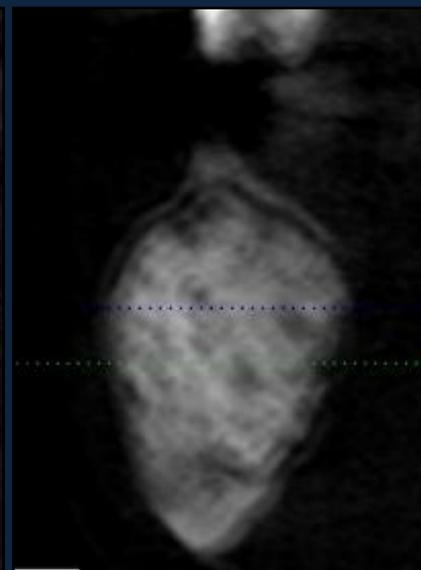
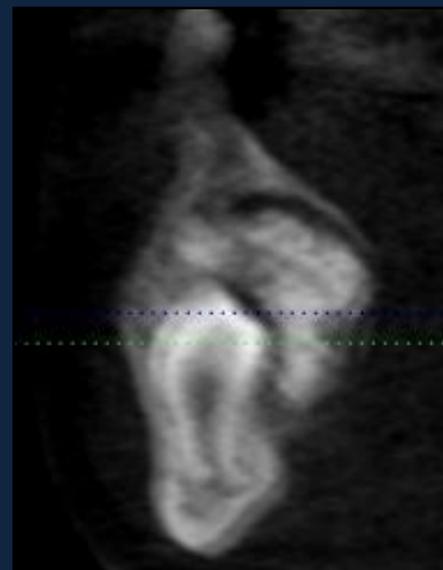
Диагностика механических травм

Конусно-лучевая компьютерная томография

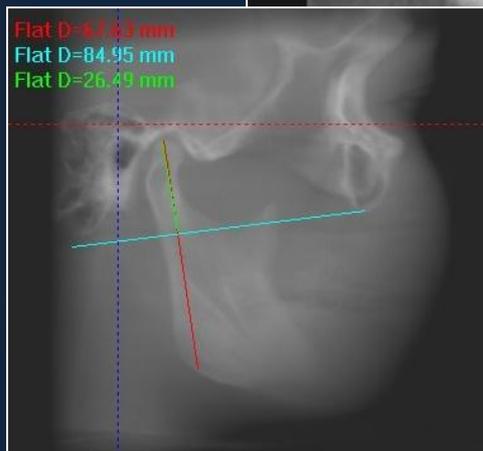
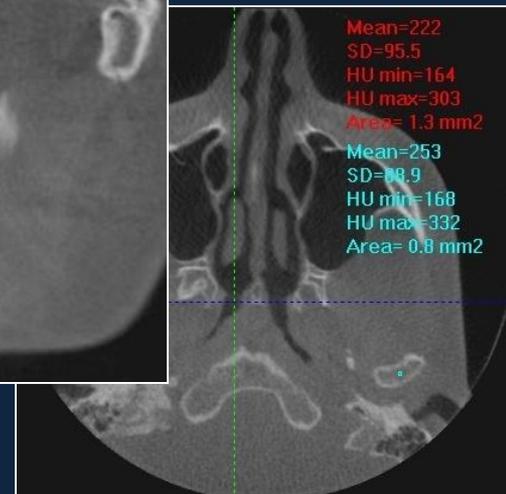


Диагностика новообразований

- доброкачественных
одонтогенных и
неодонтогенных
образований*

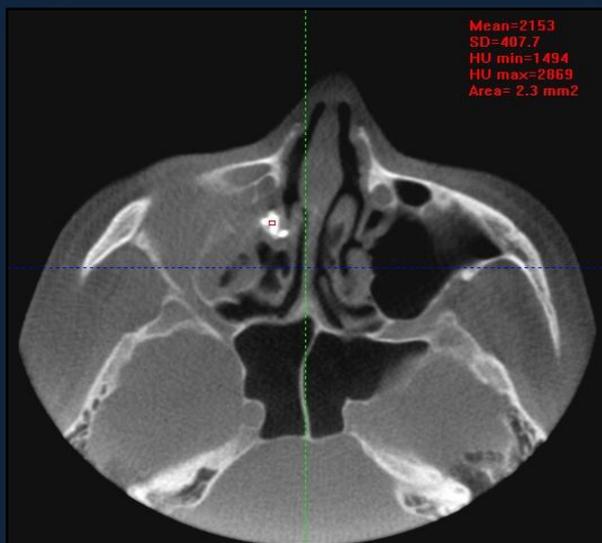
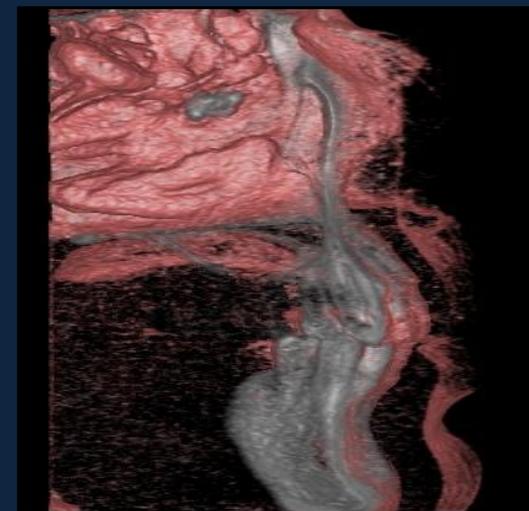
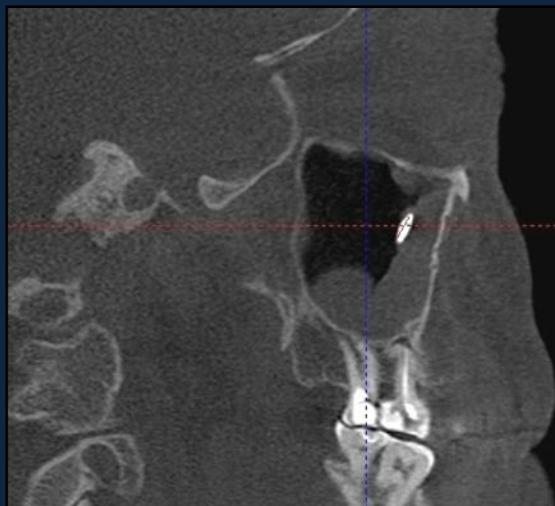


Конусно-лучевая компьютерная томография



Диагностика заболеваний ВНЧС

Конусно-лучевая компьютерная томография



Диагностика инородных тел

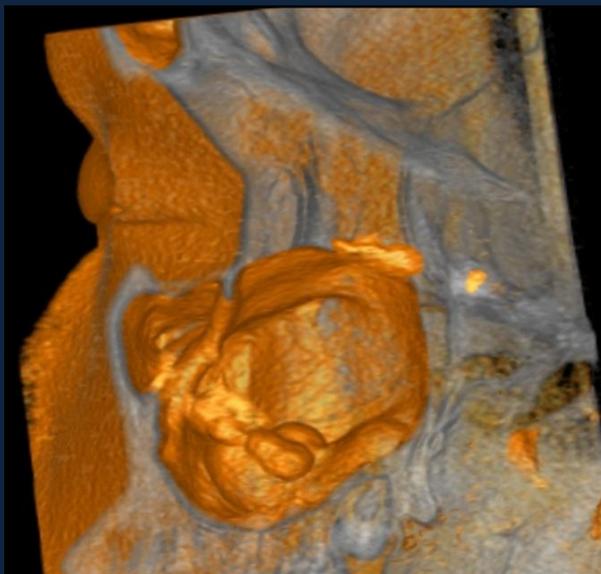
- осколки, пули, пломбировочный материал и т.д.

Конусно-лучевая компьютерная томография



Диагностика заболеваний
придаточных пазух носа

- рино- и одонтогенные
воспалительные
процессы

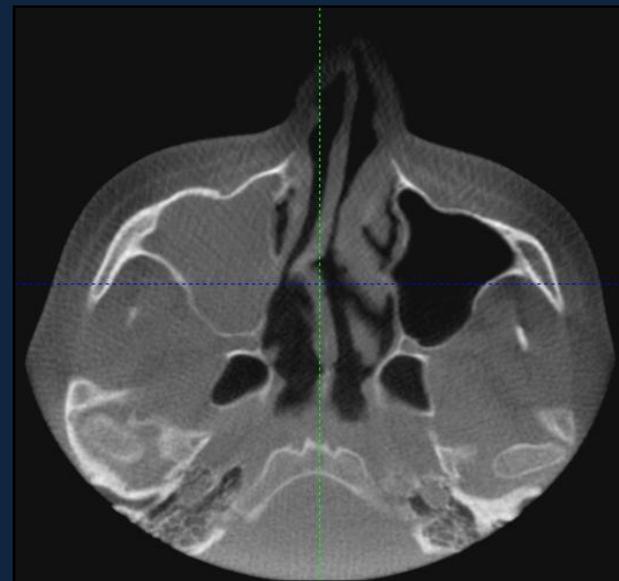


Flat D=28.68 mm
Flat D=21.31 mm

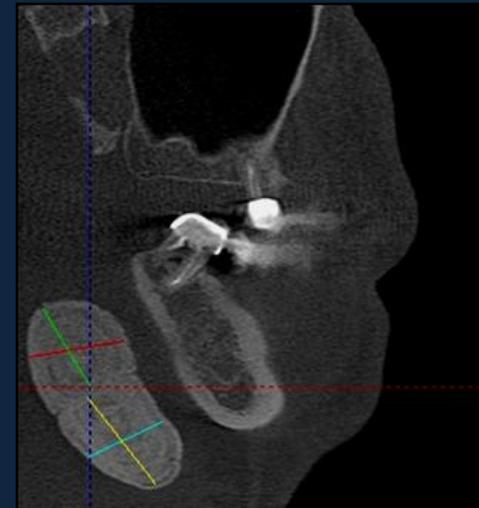
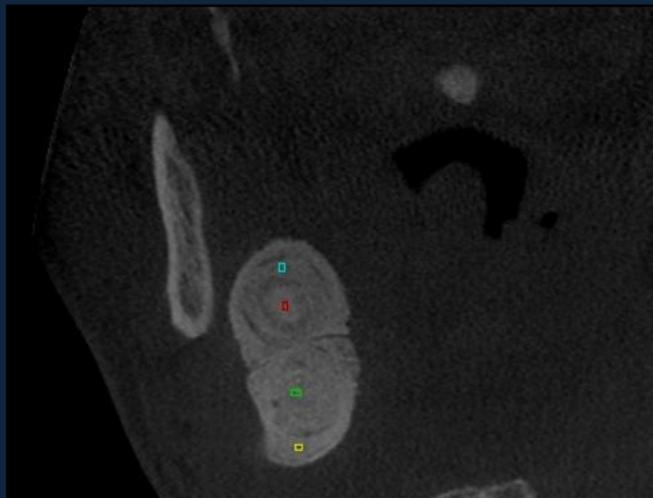
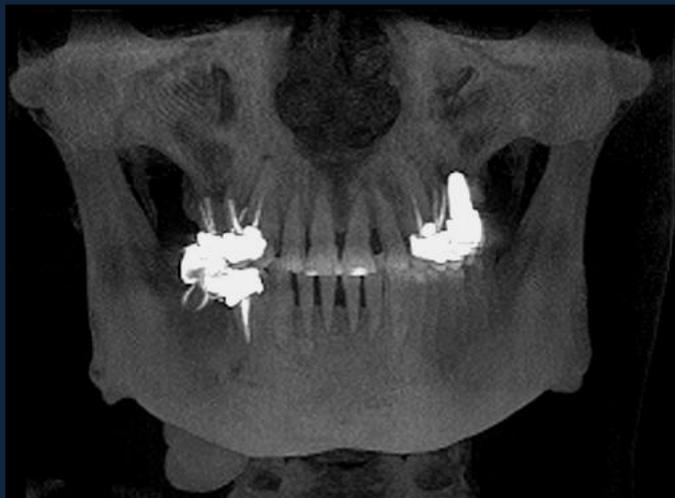


Mean=75
SD=27.0
HU min=55
HU max=101
Area= 0.8 mm²

Mean=79
SD=63.0
HU min=-51
HU max=132
Area= 1.1 mm²



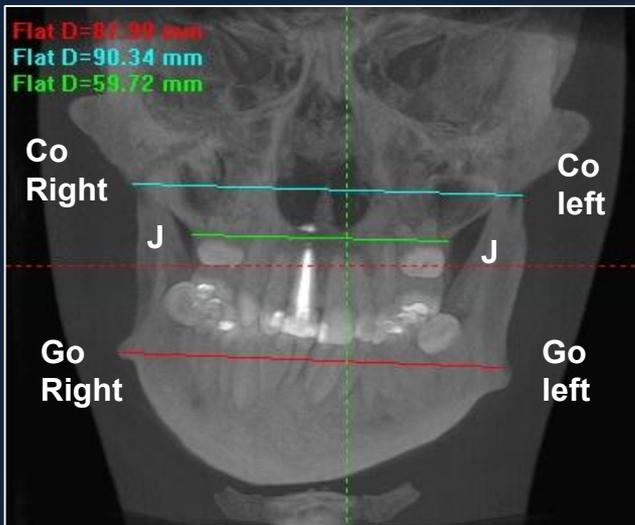
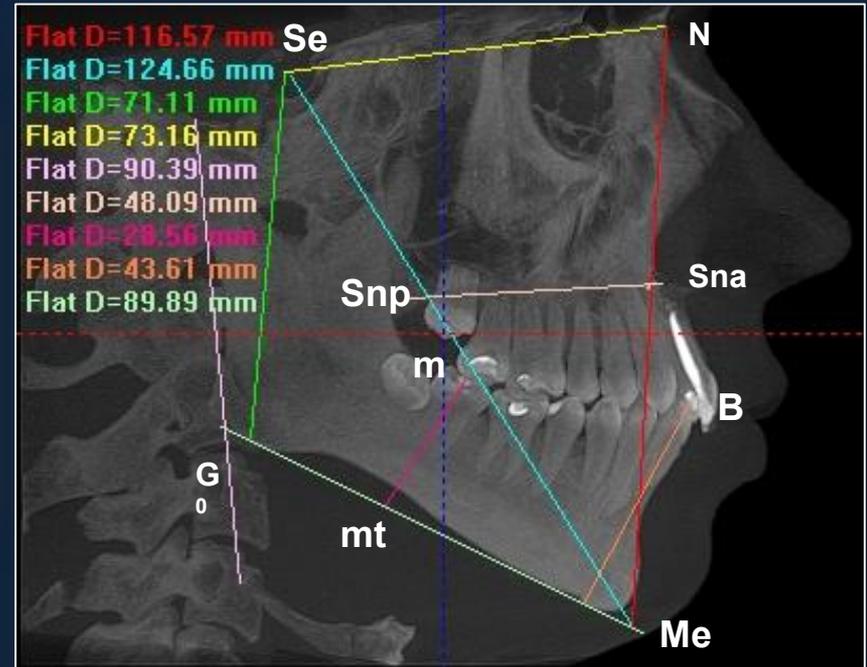
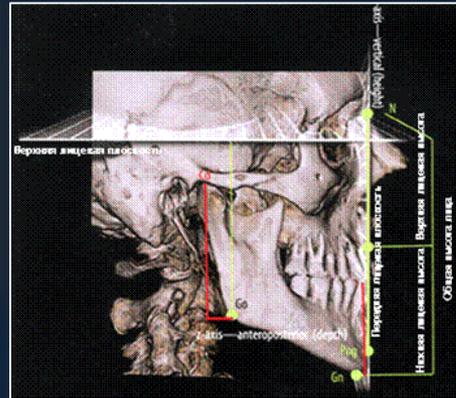
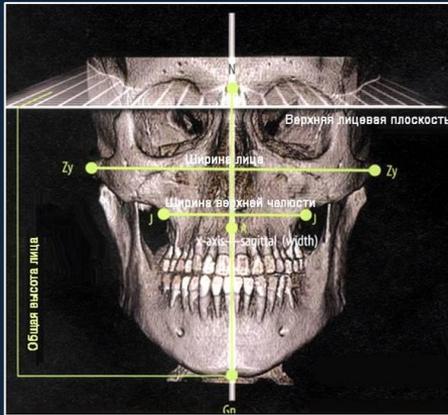
Конусно-лучевая компьютерная томография



Диагностика
заболеваний слюнных
желез

- слюнно-каменная
болезнь

Конусно-лучевая компьютерная томография



Планирование и контроль
хирургических вмешательств

Конусно-лучевая компьютерная томография

Тенденция

- Ведущие производители ортопантомографов имеют технологию модификации аппаратов до уровня получения объемного изображения

Тенденция

- Конусно-лучевая компьютерная томография постепенно будет заменять ортопантомографию

Тенденция

- В отделениях челюстно-лицевой хирургии при планировании хирургического лечения КЛКТ должна служить методом первого этапа при обследовании и контроле лечения пациентов

Тенденции лучевой диагностики

Быстрый переход на цифровые технологии регистрации изображений

Появление портативных рентгеновских аппаратов, в том числе на основе микрофокусной трубки

Быстрое внедрение конусно-лучевой компьютерной томографии

Активное использование высокотехнологичных методов ЛД, в том числе на первом этапе обследования пациентов

Создание специализированных интегрированных программных продуктов для стоматологии, имплантологии и ЧЛХ

Снижение медицинского облучения

Рентгеновская компьютерная томография

Пошаговая и спиральная компьютерная томография – уже история

Создание специализированных КТ-систем, в том числе двухэнергетических

Активное внедрение низкодозовых протоколов и технологий

Развитие КТ с микрофокусной рентгеновской трубкой

Быстрый прогресс программного обеспечения для обработки изображений на специализированных рабочих станциях

Широкое внедрение и развитие систем PACS, RIS, HIS

Рентгеновская компьютерная томография

Первый коммерческий компьютерный томографический (КТ) сканер был разработан в 1972 году сэром Годфри Н. Хаунсфилдом, инженером компании EMI, Великобритания. С тех пор внедрение клинической рентгеновской компьютерной томографии изменило медицинскую визуализацию и может быть описано как величайший прогресс в радиологии с момента открытия рентгеновских лучей. Компьютерная томография использует узкий веерообразный рентгеновский луч и многократные экспозиции вокруг объекта, чтобы выявить его внутренние структуры, что помогает клиницисту рассматривать морфологические особенности и патологию в трехмерном пространстве

Рентгеновская компьютерная томография

КТ-сканер состоит из радиографической трубки, присоединенной к серии сцинтилляционных детекторов или ионизационных камер. Пациент продвигается через круглое отверстие в центре гентри. Головка трубки и возвратно-поступательные детекторы внутри гентри либо вращаются синхронно вокруг пациента, либо детекторы могут образовывать непрерывное кольцо вокруг пациента, а рентгеновская трубка может двигаться по кругу внутри детекторного кольца.

Есть четыре поколения СТ. Аппарат Хаунсфилда принадлежал к первому поколению компьютерных томографов, в которых для захвата пучка рентгеновских лучей использовался единственный детекторный элемент.

Современные КТ-сканеры называются многосрезовыми КТ-сканерами и имеют линейный массив из нескольких детекторов (до 64 рядов), которые одновременно получают томографические данные в разных местах среза

Мультиспиральная компьютерная томография

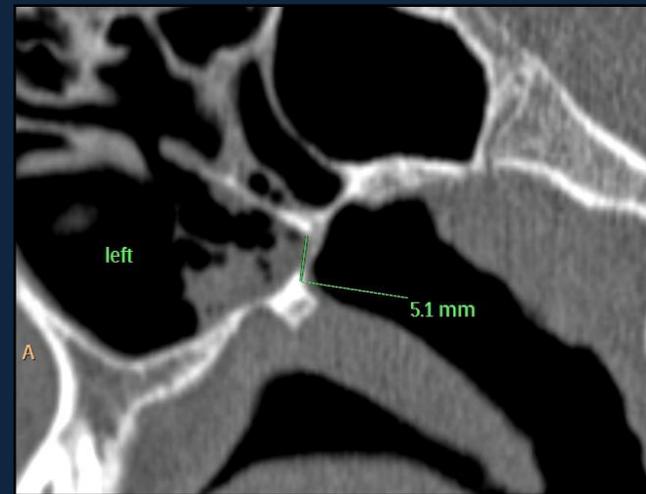
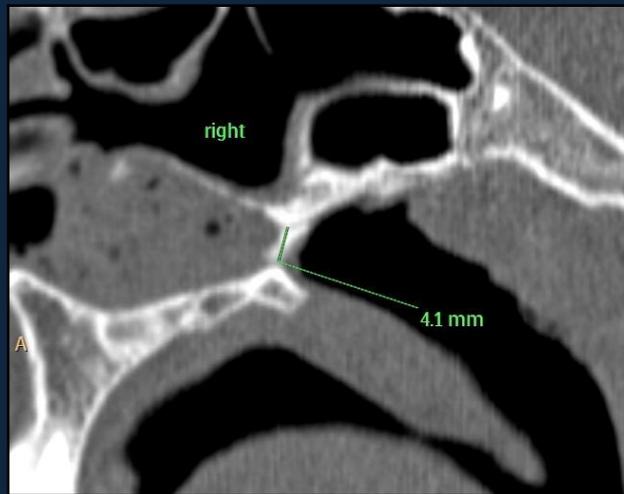
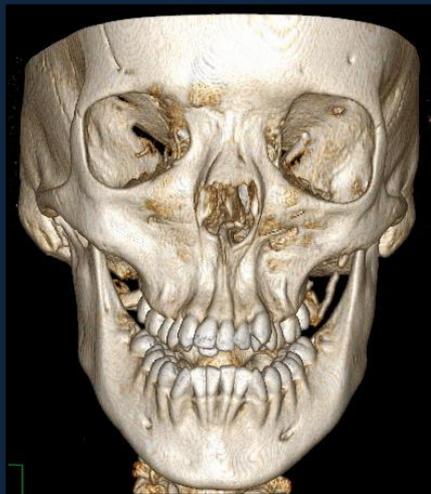
Показания к исследованию

Диагностика заболеваний и повреждений ЧЛЮ

- *аномалии и пороки развития*
- *механическая травма*
- *воспалительные заболевания*
- *новообразования*
- *патология ВНЧС*
- *заболевания слюнных желез*
- *заболевания слезоотводящих путей*
- *заболевания ЛОР-органов*

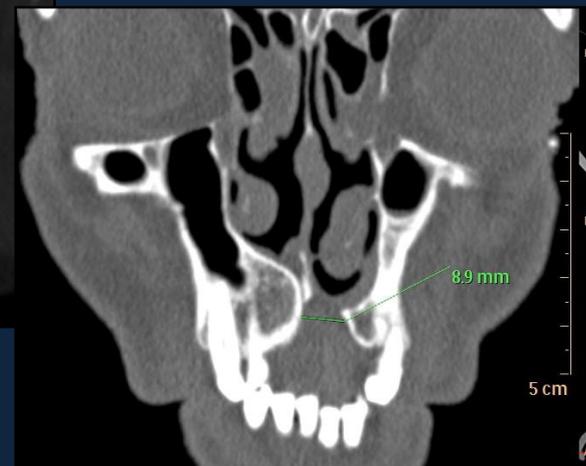
Планирование и контроль стоматологического и хирургического лечения

Мультиспиральная компьютерная томография

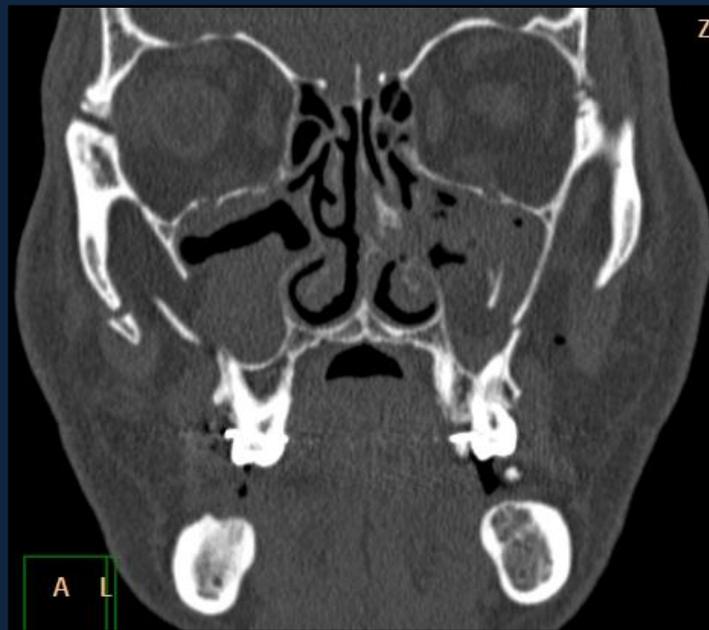
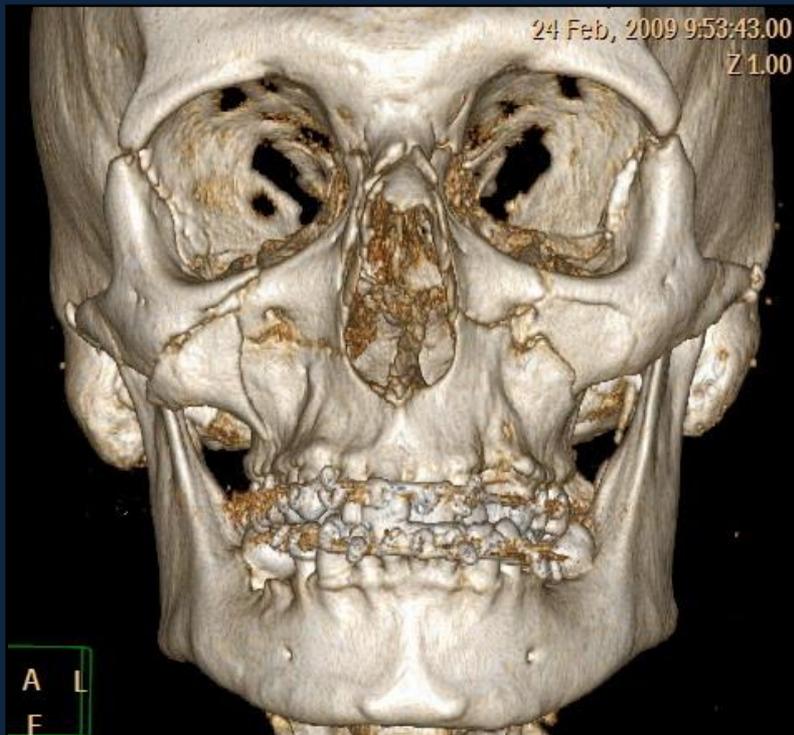


Диагностика аномалий и пороков развития

- системные пороки,
- дизрафии,
- аномалии количества, положения, формы, структуры зубов



Мультиспиральная компьютерная томография



Диагностика механических травм

- *изолированные, множественные, сочетанные переломы и сопутствующие изменения*

Мультиспиральная компьютерная томография

Диагностика механических травм

- *КТ считается золотым стандартом визуализации для оценки повреждений челюстно-лицевой области скелета. Это отличный инструмент для обнаружения сложных переломов лица, например переломов лобной пазухи, носо-этмоидальной области и орбит.*
- *КТ помогает определить смещение переломов до хирургической репозиции и фиксации. Он помогает диагностировать переломы нижней челюсти и мыщелка без смещения, которые не видны на панорамных рентгенограммах.*
- *Самый большой недостаток компьютерной томографии - высокая лучевая нагрузка.*

Мультиспиральная компьютерная томография

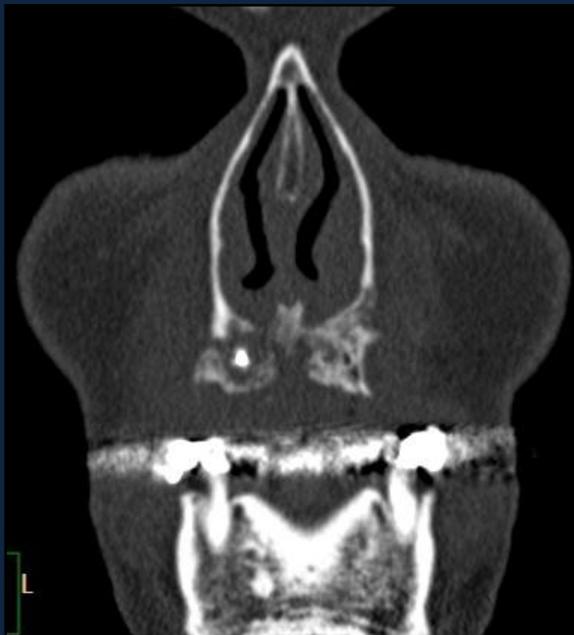


Диагностика инородных тел

- пули, осколки, пломбировочный материал

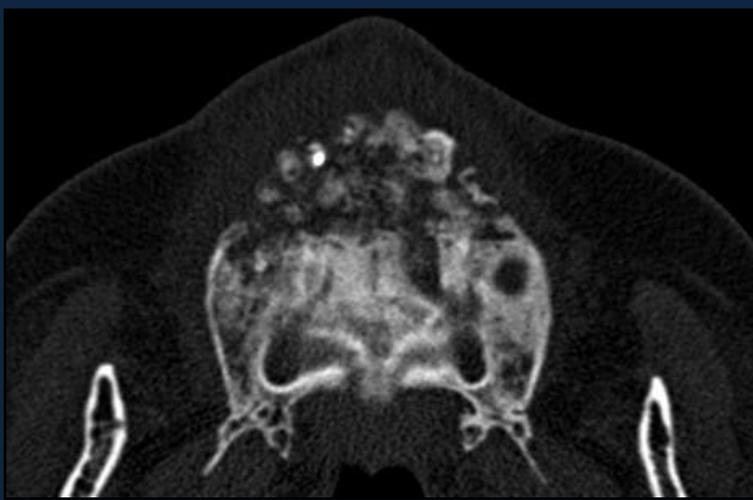


Мультиспиральная компьютерная томография



Диагностика
воспалительных
заболеваний

- *остеомиелиты
различного
генеза*



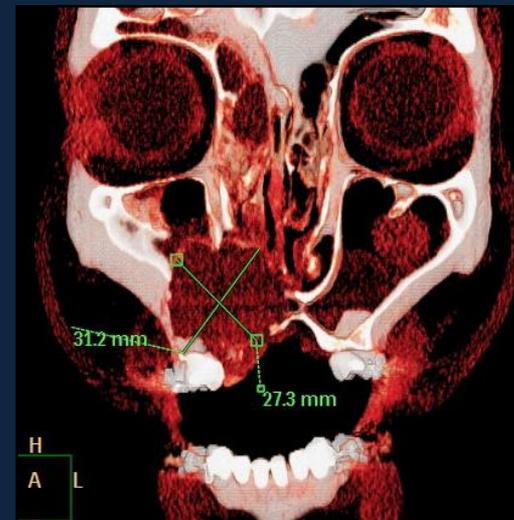
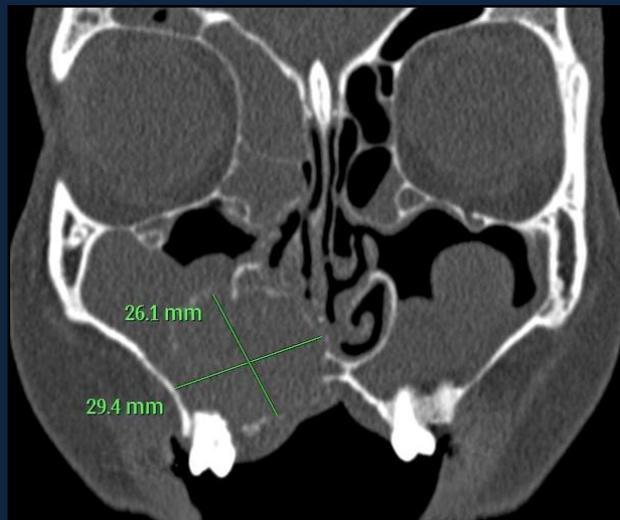
Мультиспиральная компьютерная томография



*Диагностика заболеваний
придаточных пазух носа*

- рино- и одонтогенные
воспалительные процессы*

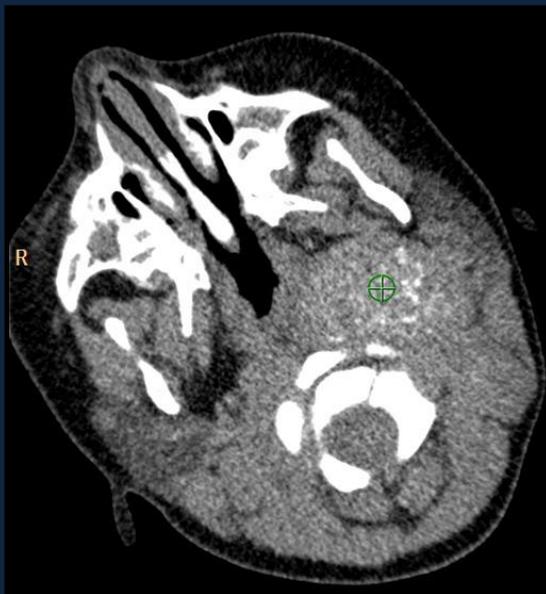
Мультиспиральная компьютерная томография



Диагностика новообразований различного генеза

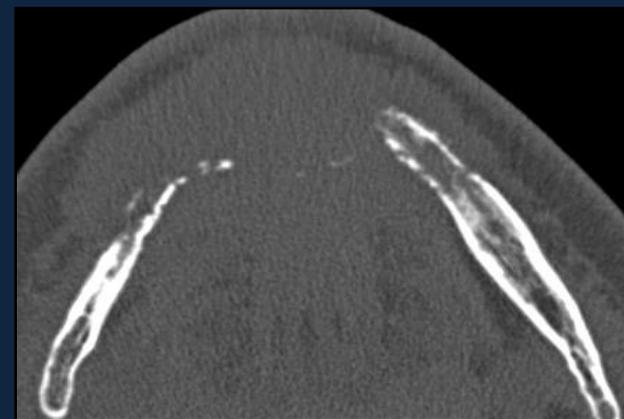
- неосложненные и осложненные одонтогенные / неодонтогенные кисты

Мультиспиральная компьютерная томография

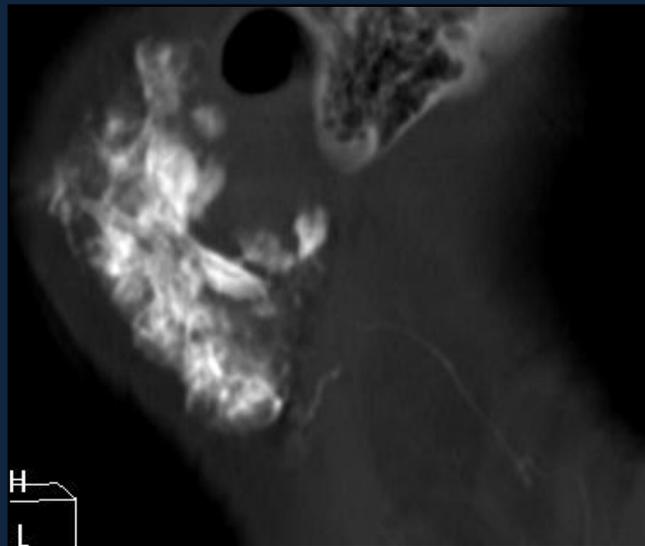
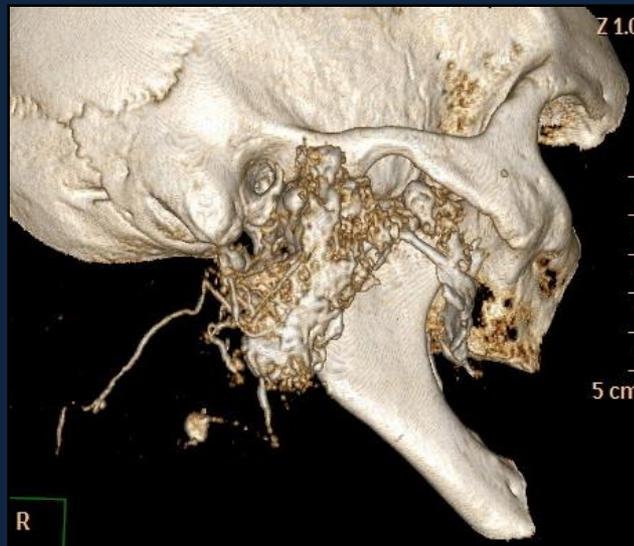
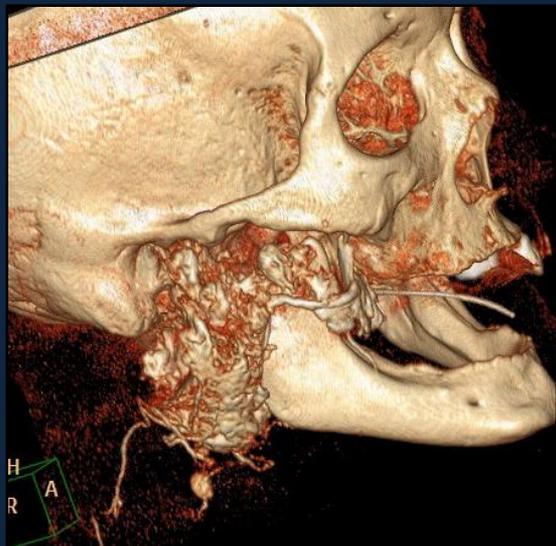


Диагностика новообразований
различного генеза

- злокачественные опухоли

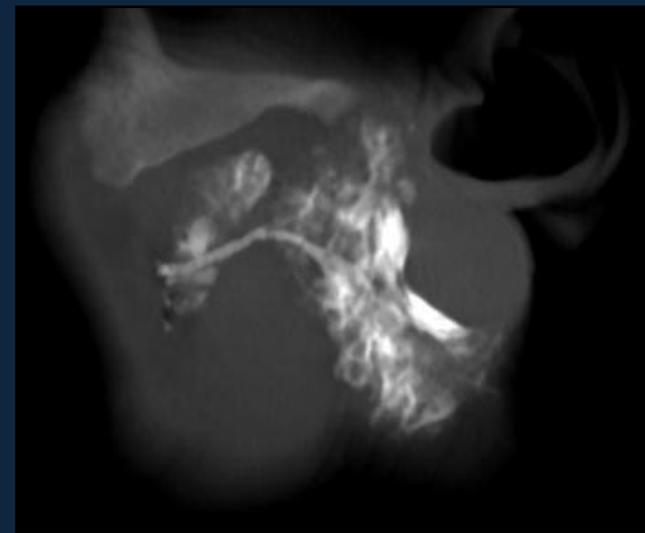
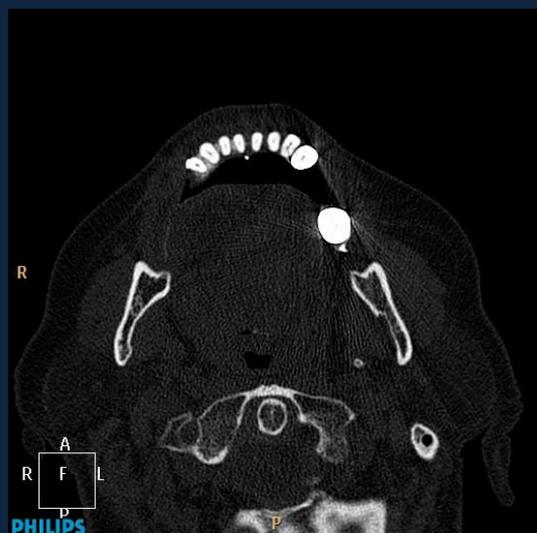


Мультиспиральная компьютерная томография

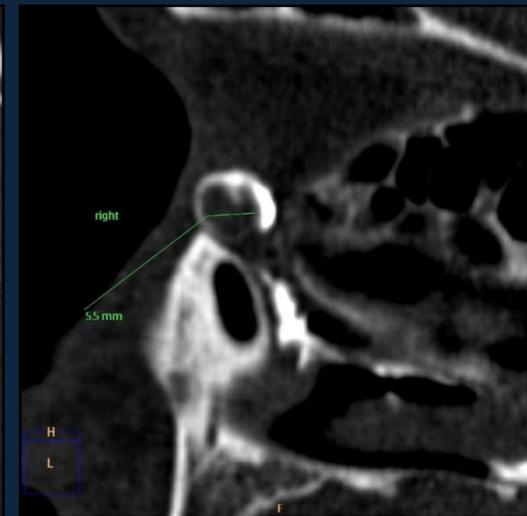
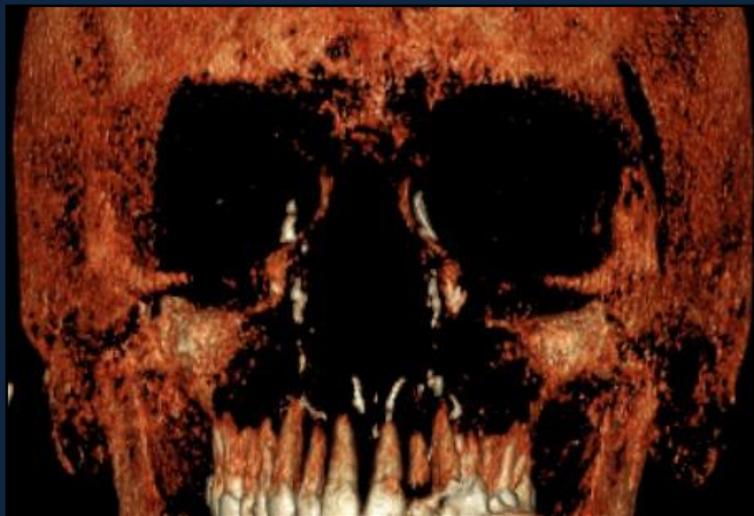


Диагностика
заболеваний
слюнных желез

- МСКТ-
сиалография



Специализированные МСКТ исследования

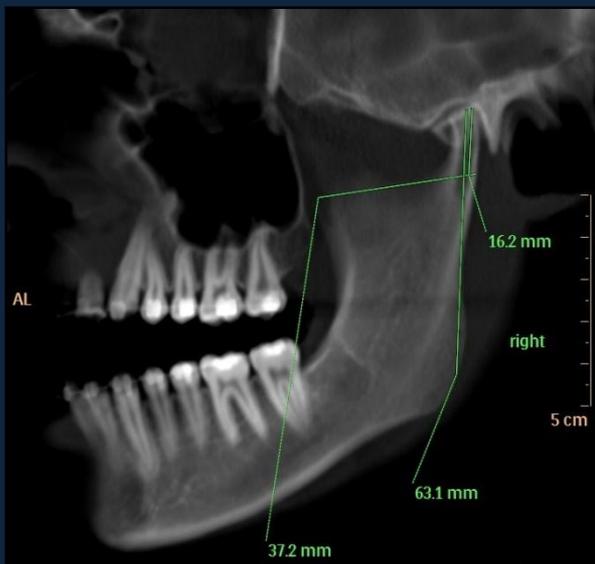
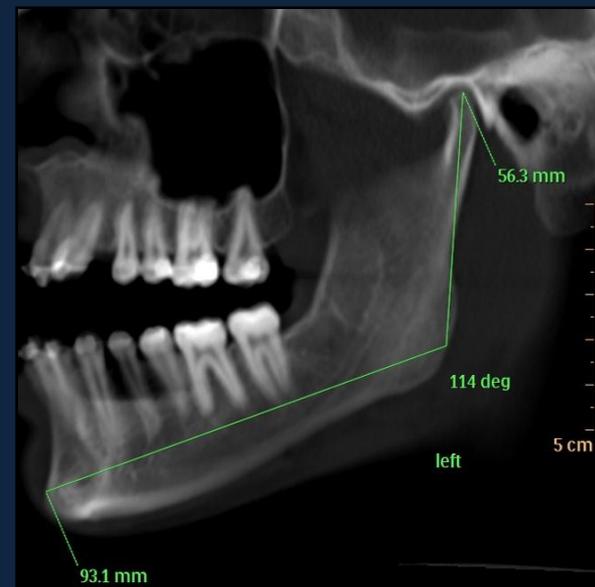
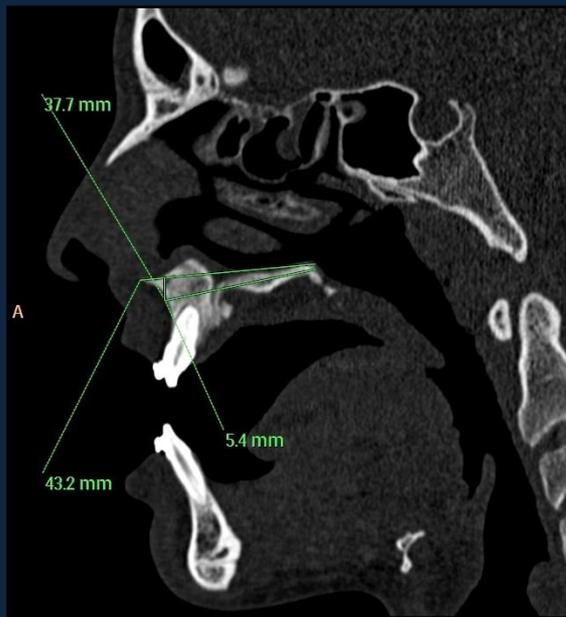
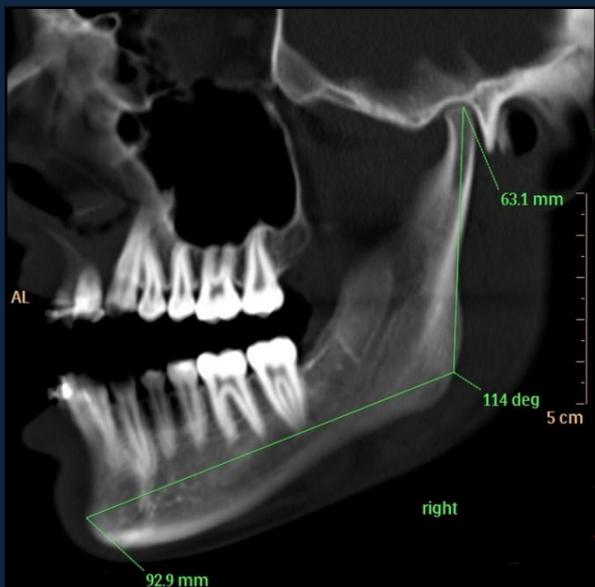


Диагностика заболеваний
слезоотводящих путей

- МСКТ-дакриоцистография

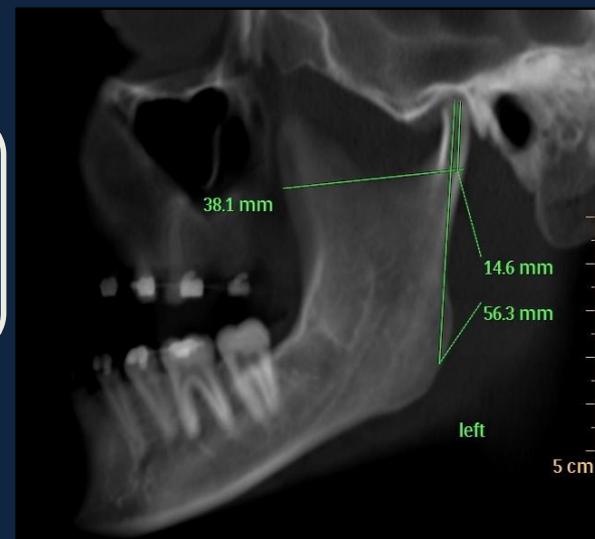


Мультиспиральная компьютерная томография

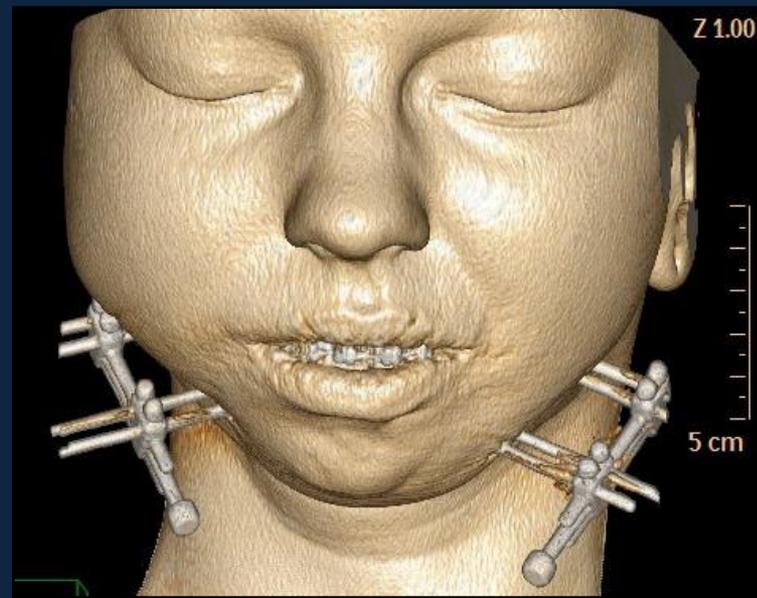
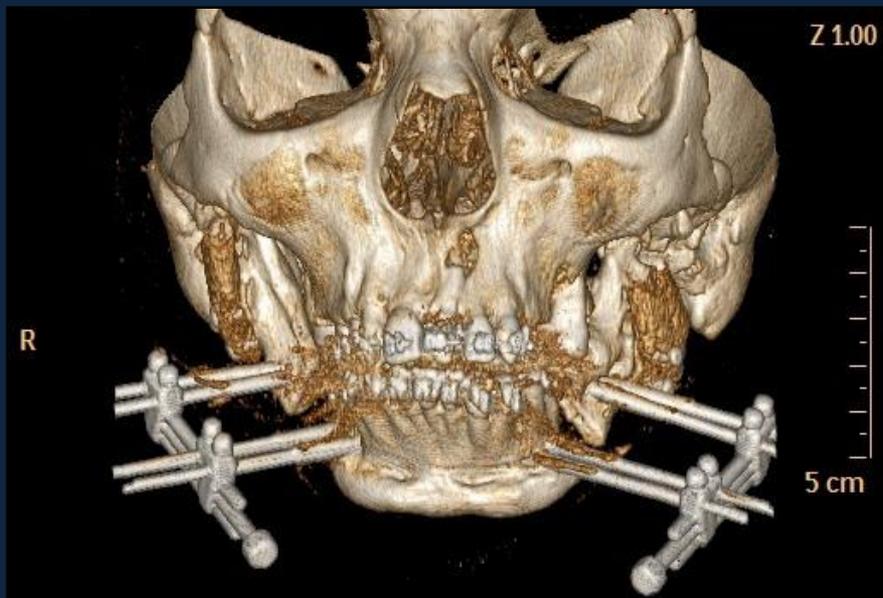


Планирование
реконструктивных
операций

- ортогнатическая
хирургия

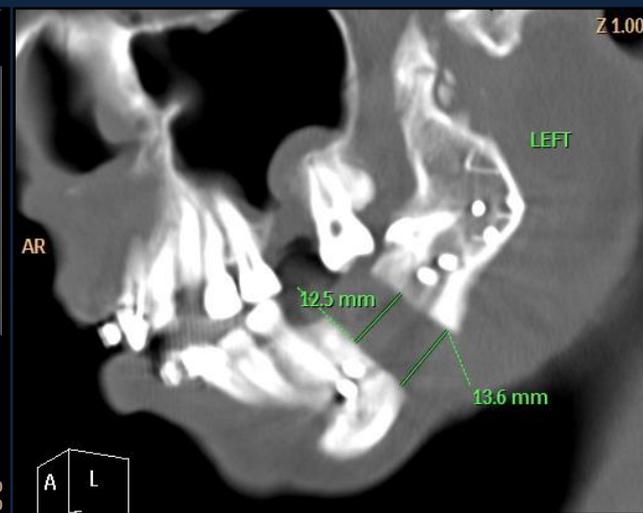


Мультиспиральная компьютерная томография

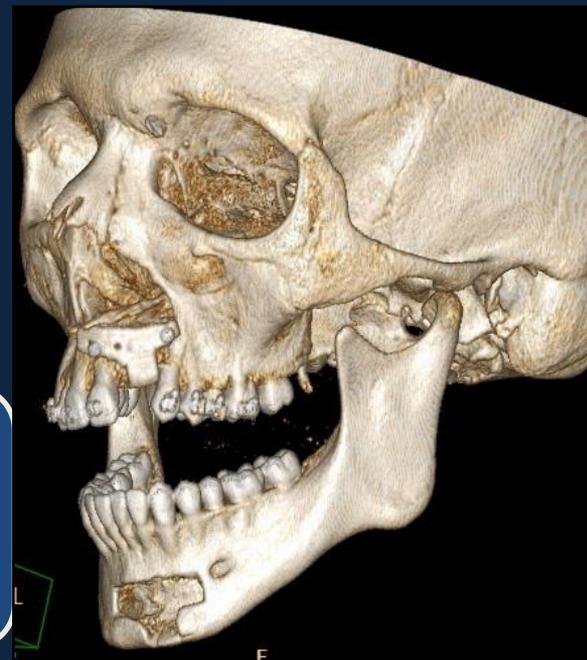
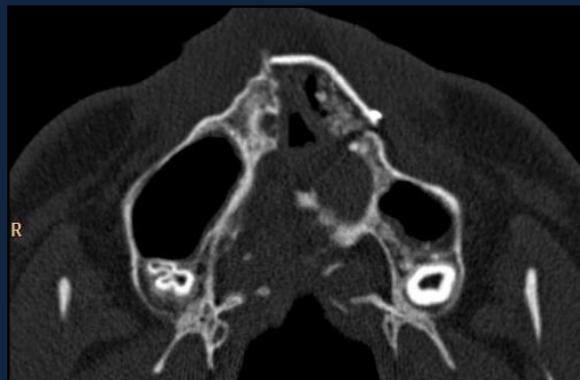
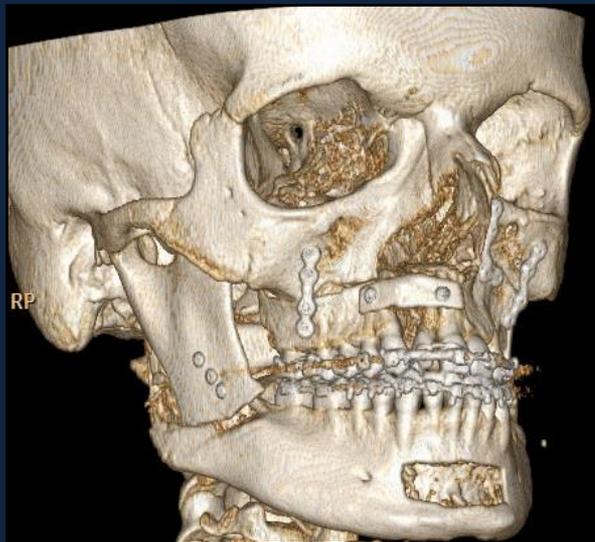


Контроль
реконструктивных
операций

- установка КДА

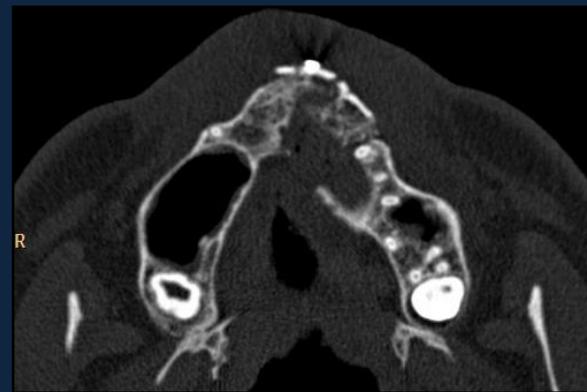
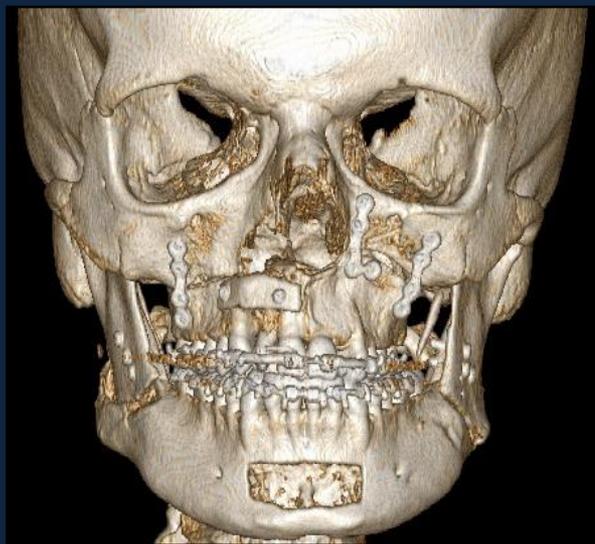


Мультиспиральная компьютерная томография

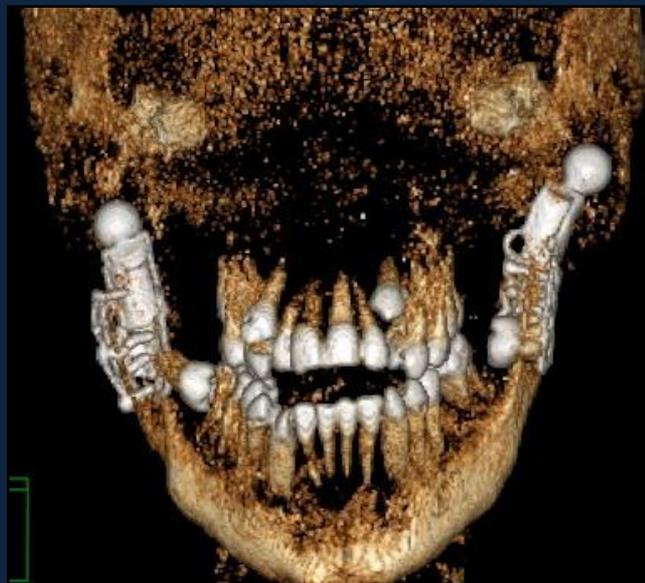
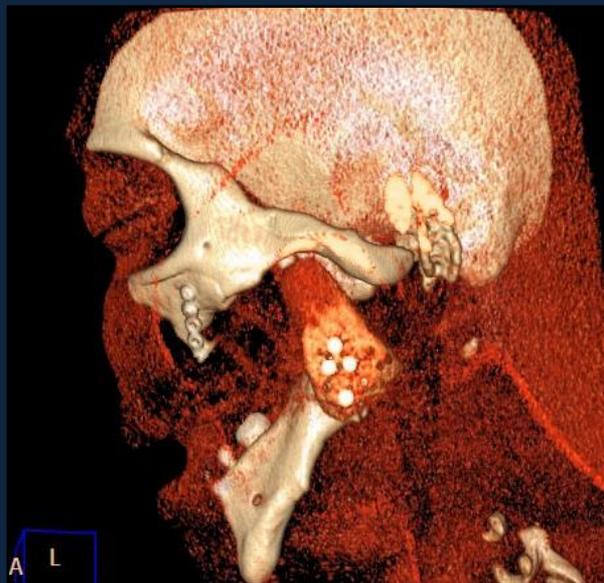


*Контроль
реконструктивных
операций*

- ортогнатическая хирургия,*
- костно-пластические операции при аномалиях и пороках развития*

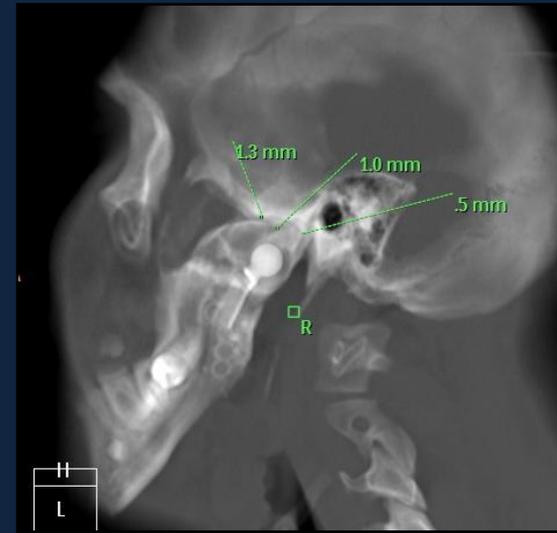


Мультиспиральная компьютерная томография

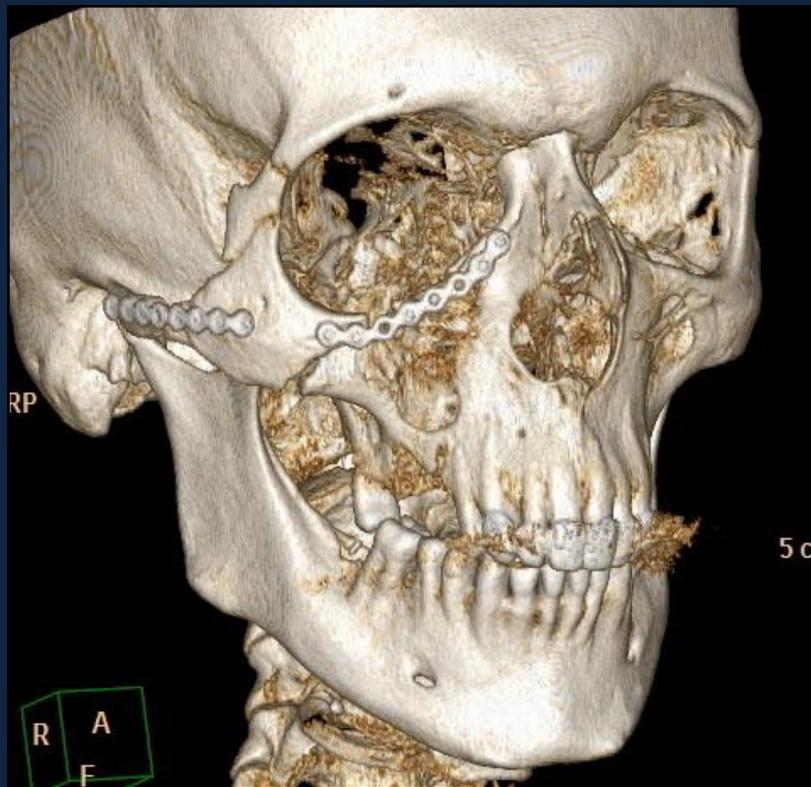
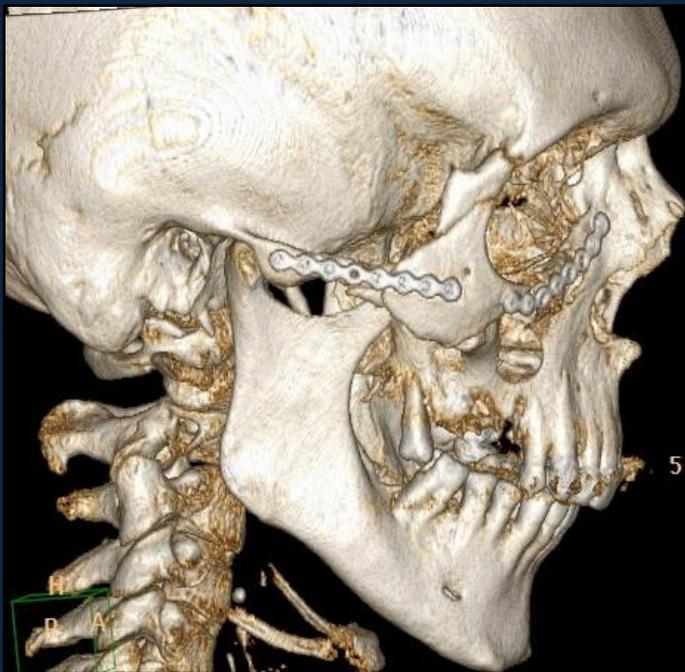


Контроль
реконструктивных
операций

- эндопротезирование
ВНЧС



Мультиспиральная компьютерная томография



Контроль реконструктивных операций

- металлостеосинтез при переломах костей черепа

Мультиспиральная компьютерная томография

Тенденция

- *Расширение диапазона показаний для выполнения МСКТ челюстно-лицевой области*

Тенденция

- *Использование МСКТ, как метода первого этапа диагностики при травмах, системных пороках развития, обширных воспалительных и деструктивных процессах ЧЛЮ*

Тенденция

- *Обязательное применение МСКТ для планирования и динамического контроля сложных реконструктивных операций*

Специализированные компьютерно-томографические системы

Диапазон сканирования

• 25 см

Количество срезов

• до 8

Время оборота трубки

• 1 сек.

Шаг спирального сканирования

• 1 мм

Напряжение

• 100-140 кВ

Ток

• 3,75/7,5 мА

Пространственное разрешение

• 17 п.л./см

Толщина среза

• от 1,25 мм

Матрица

• 512×512

Размер элемента изображения

• 0,49 мм

Сканирование

• до 8 б-ных

Зарядка

• 6-8 часов

Вес

• 340 кг



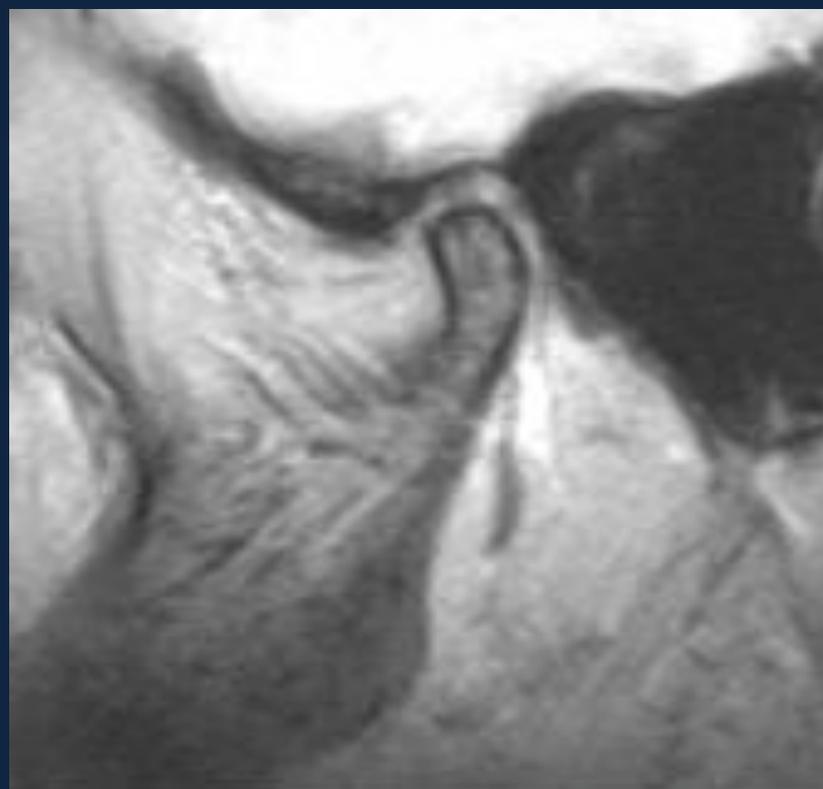
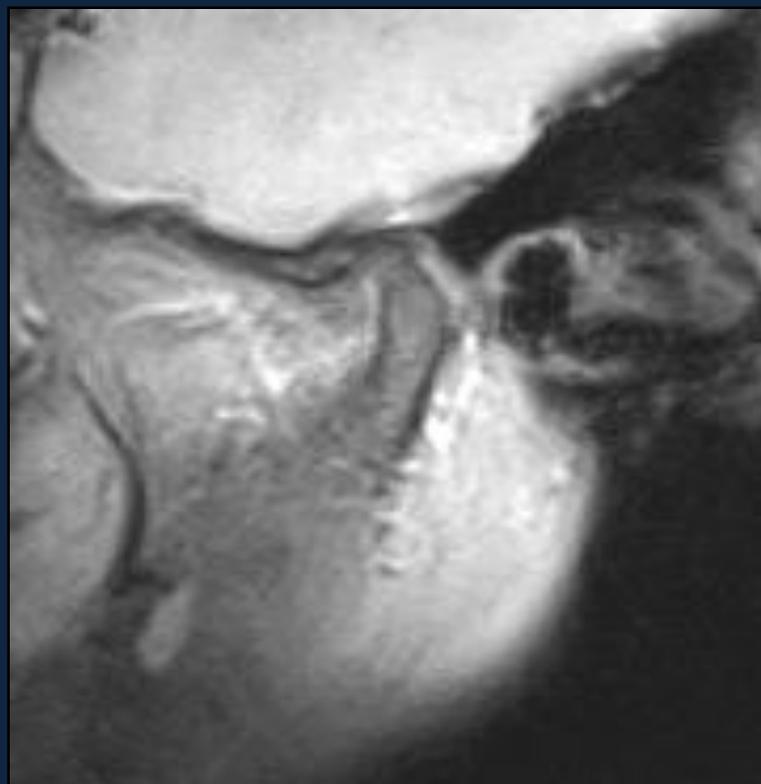
Магнитно-резонансная томография

Диагностика заболеваний ВНЧС,
ЛОР-органов, органа зрения

- радиочастотные катушки для головы, ВНЧС,
- T_1 - и T_2 -взвешенные изображения,
- сагиттальная, фронтальная, трансверзальная и косые проекции,
- импульсные последовательности: спиновое эхо (SE), градиентное эхо (GE), инверсия восстановление (IR)



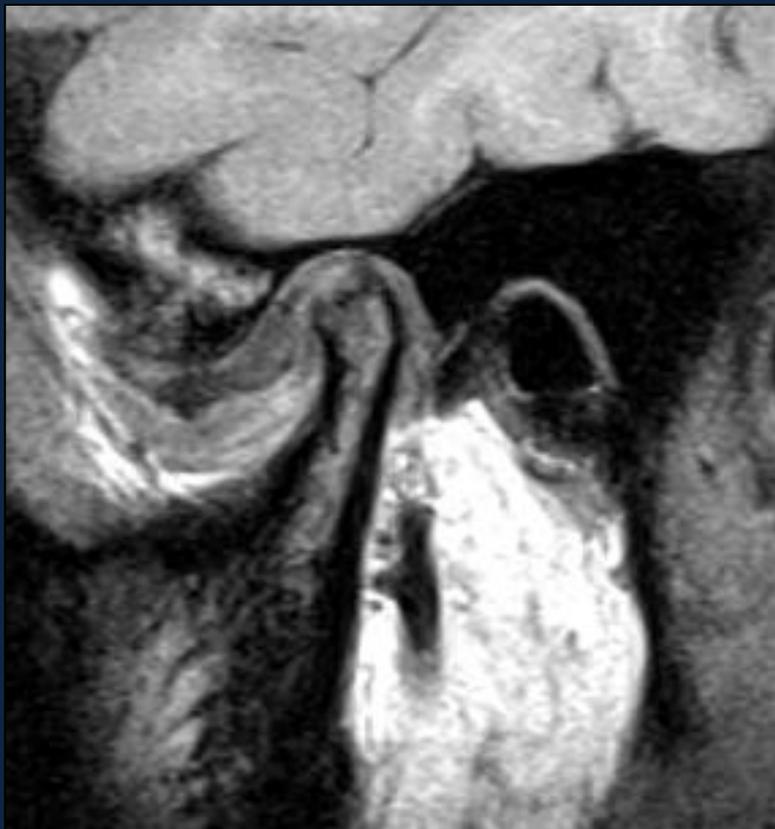
Магнитно-резонансная томография



Оценка функции височно-нижнечелюстных суставов

- в настоящий момент времени в диагностике заболеваний ВНЧС имеется возможность полностью отказаться от большинства дополнительных рентгенологических методов исследования*

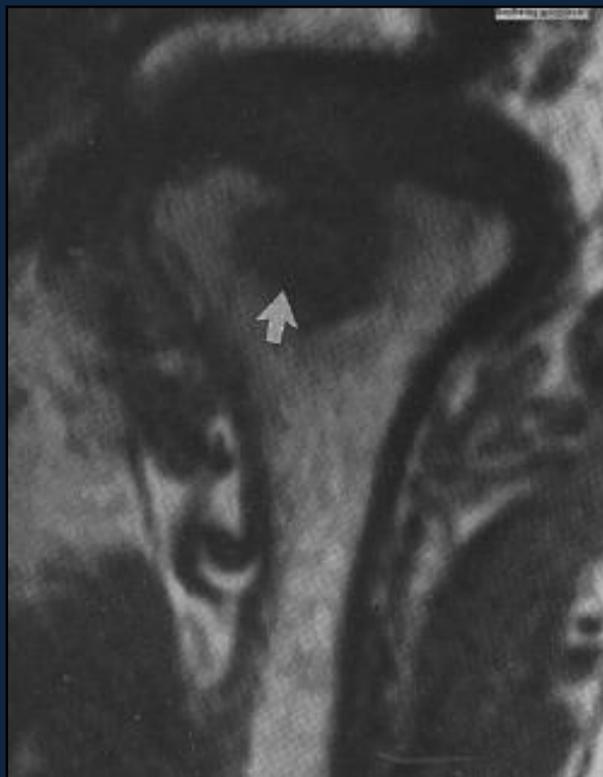
Магнитно-резонансная томография



Диагностика дискогенных дисфункций (внутренних нарушений) ВНЧС

- полная вентральная дислокация диска без репозиции*

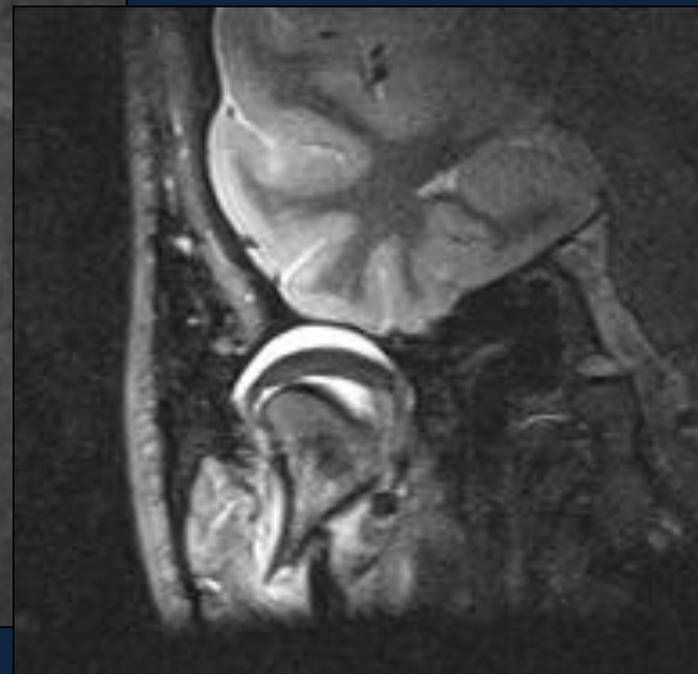
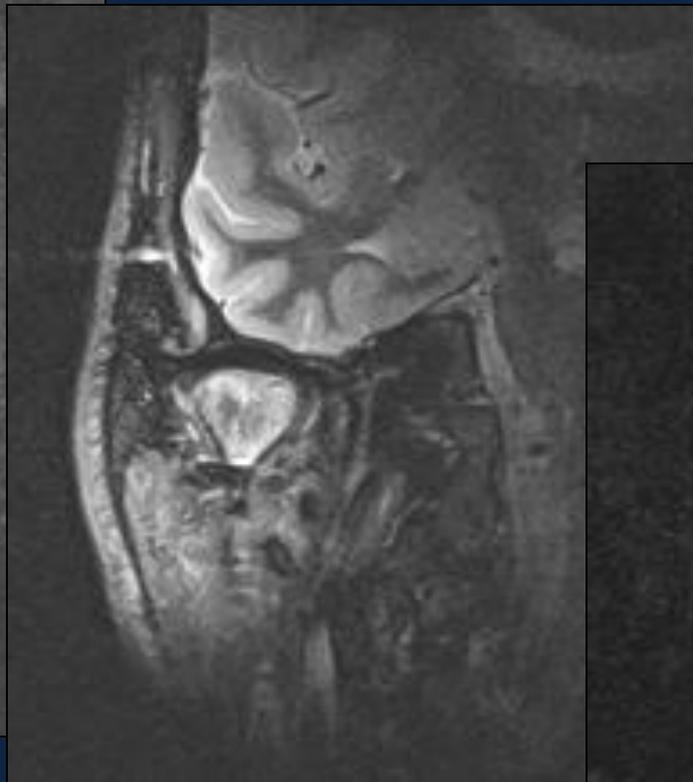
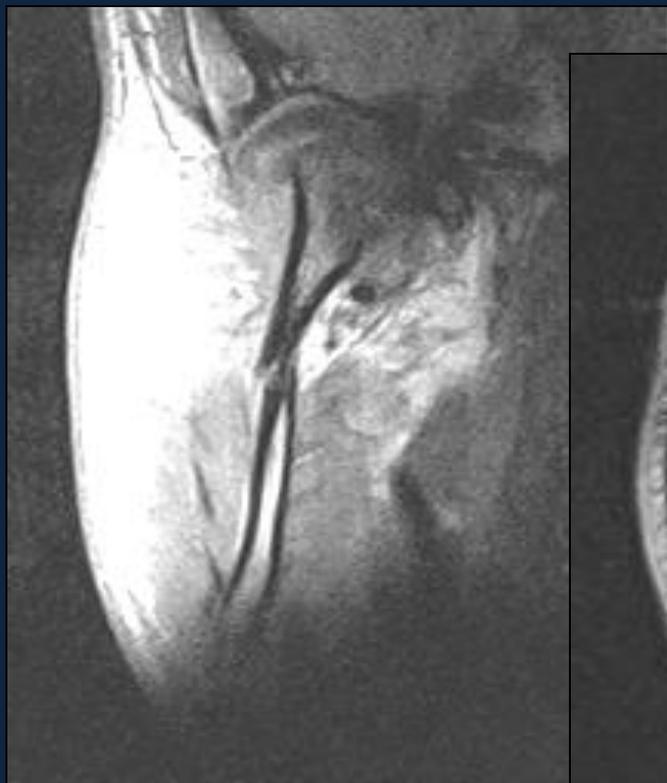
Магнитно-резонансная томография



Диагностика воспалительных заболеваний ВНЧС

- асептический некроз головки мышелкового отростка

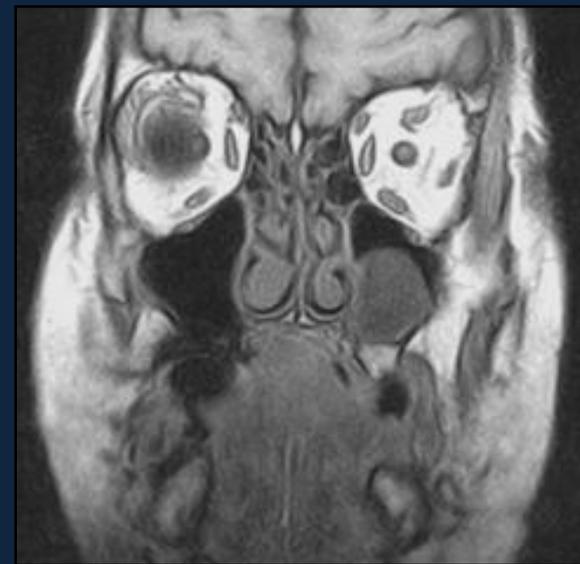
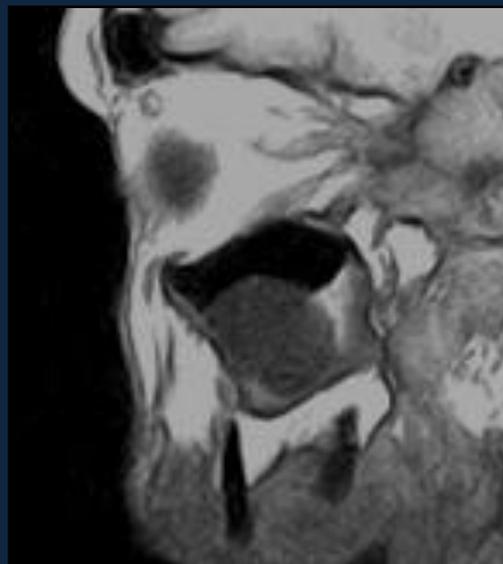
Магнитно-резонансная томография



Диагностика травм лицевого черепа и ВНЧС

- перелом основания мышцелкового отростка, гемартроз сустава*

Магнитно-резонансная томография



*Диагностика
заболеваний
придаточных пазух
носа*

- *кисты ОНП,*
- *синуситы*



Магнитно-резонансная томография

Тенденция

- Разработка новых технологий и программных продуктов, связанных с определением функции ВНС, трассировки нервных стволов

Тенденция

- Создание многоканальных (16, 32) катушек для исследования мелких объектов

Тенденция

- Магнитно-резонансная томография – метод уточняющей диагностики в условиях специализированных томографических центров или отделений

Ультразвуковое исследование

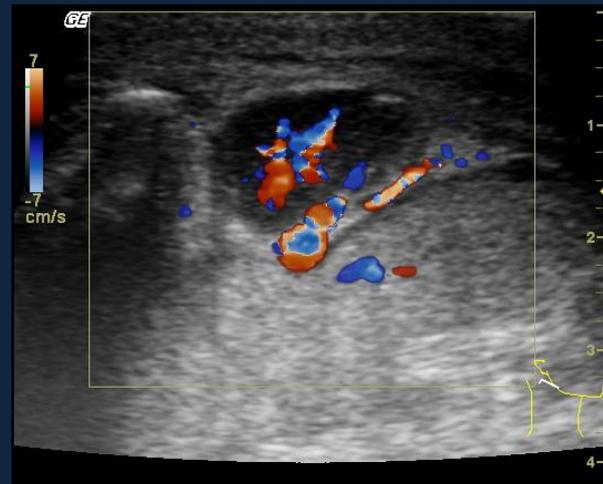
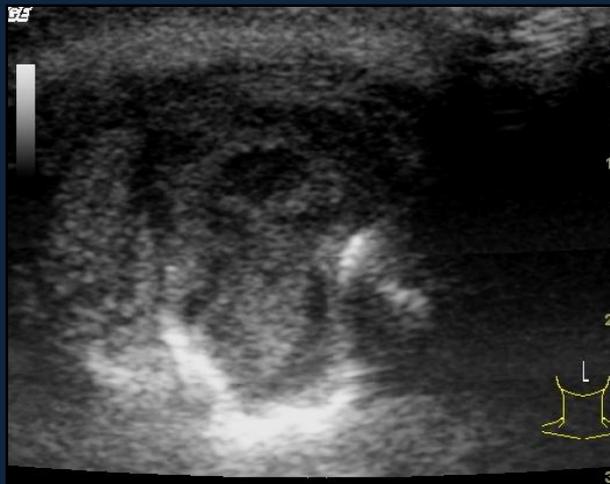
Показания к исследованию

Оценка состояния мягких тканей ЧЛО, лимфатических узлов, слюнных желез, слезоотводящих путей, органа зрения, ВНЧС, гортани и т.д. с целью диагностики:

- аномалий и пороков развития, механических травм, воспалительных заболеваний, новообразований (в т.ч. и сосудистого генеза), функциональных нарушений, инородных тел, гемофтальма, рубцовых изменений, смещения хрусталика, полной или частичной отслойки сетчатки*

Режимы серой шкалы (В-режим), цветное и энергетическое доплеровское картирование, эластография слюнных желез

Ультразвуковое исследование

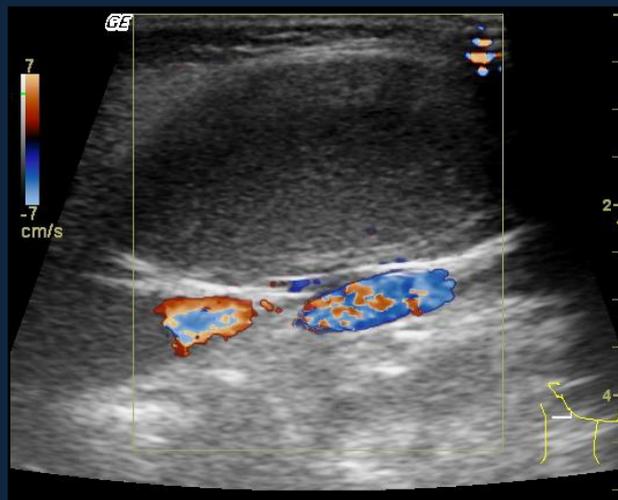


Диагностика воспалительных органических и внеорганных заболеваний

- флегмоны и абсцессы мягких тканей, сialoadениты, лимфадениты*



Ультразвуковое исследование

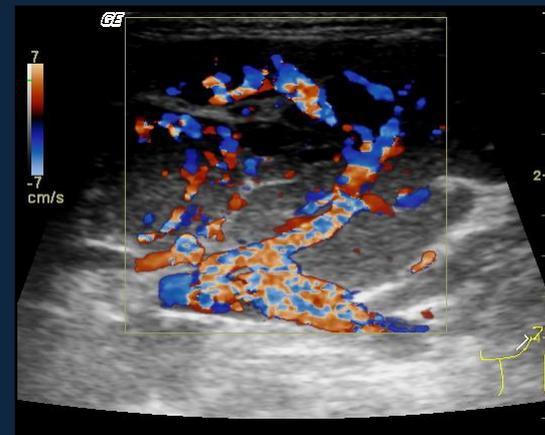
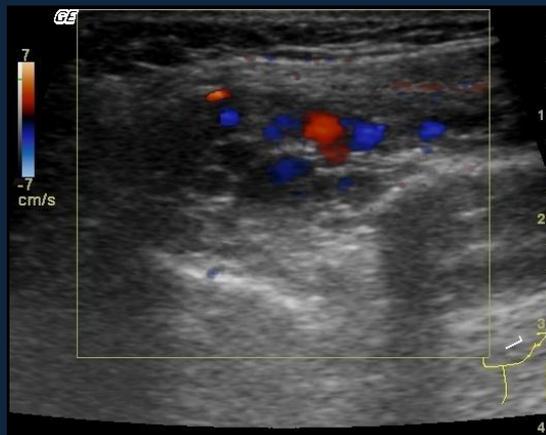
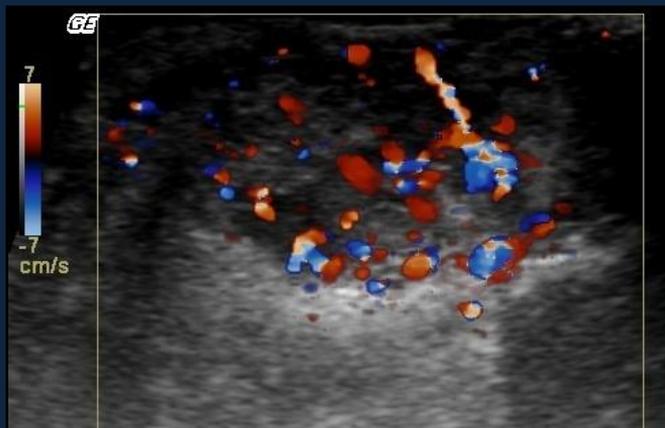


Диагностика объемных образований

- боковые кисты шеи, аденомы слюнных желез, саркомы, липомы

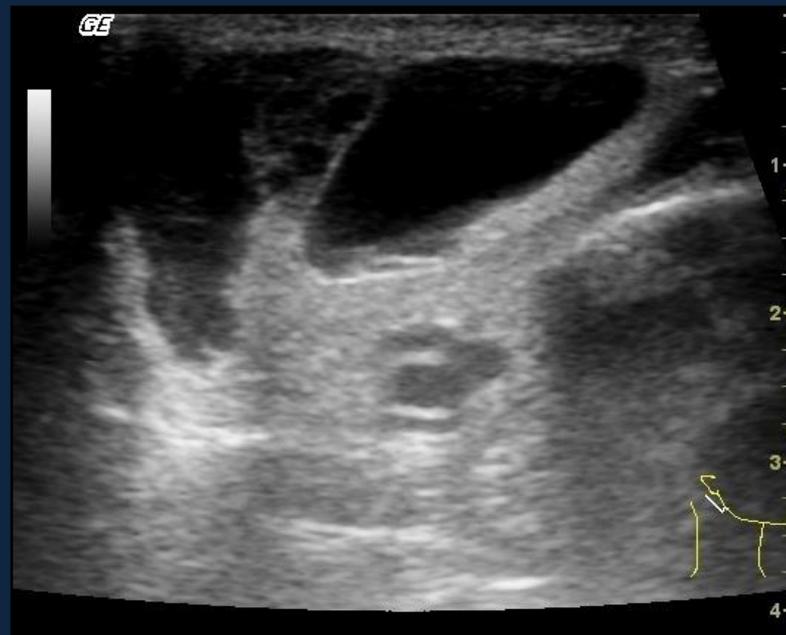


Ультразвуковое исследование

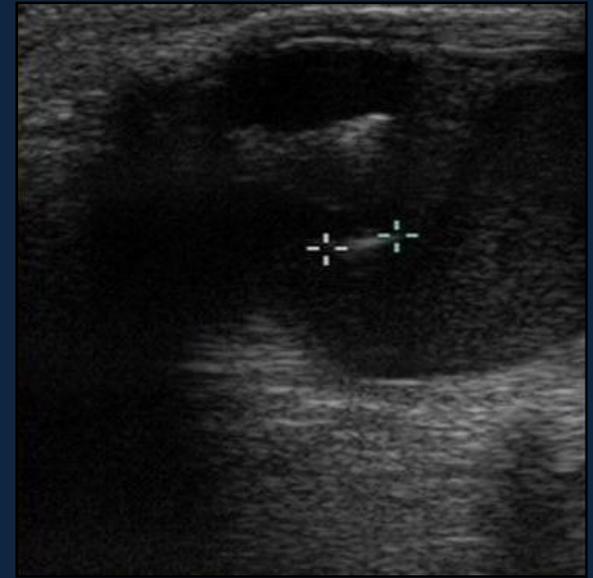
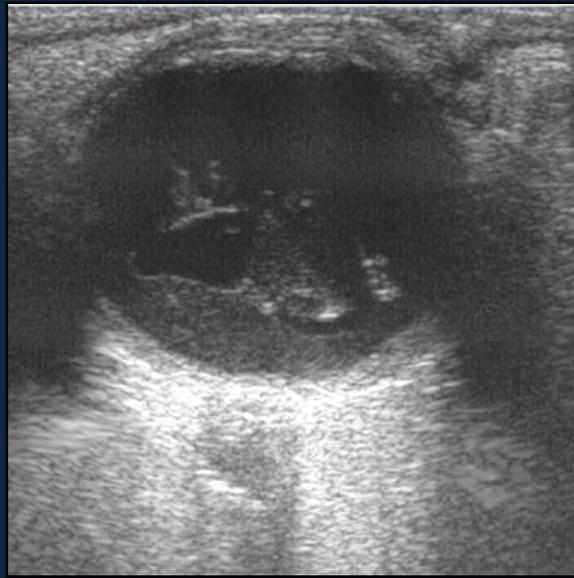
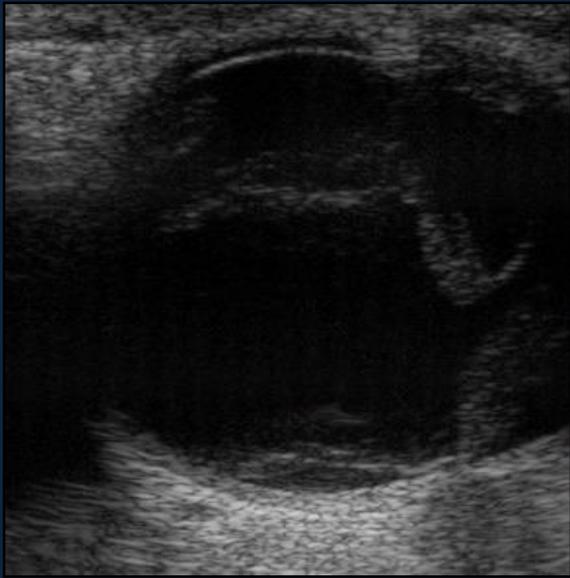


Диагностика сосудистых образований

- гемангиомы, лимфангиомы, фиброангиомы, венозные ангиодисплазии

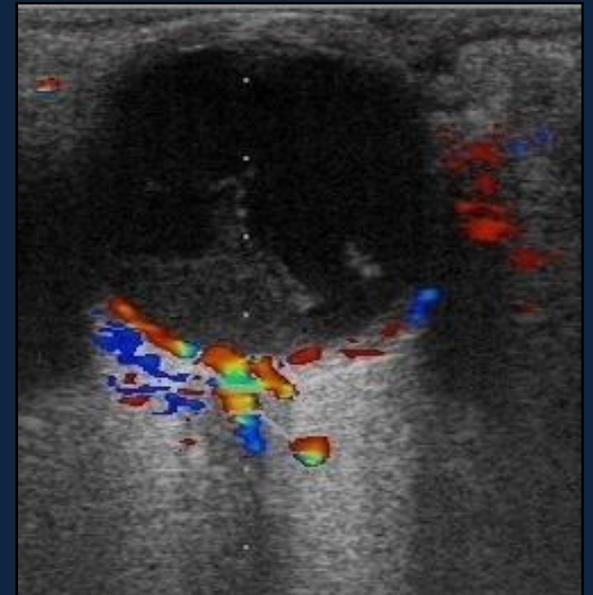


Ультразвуковое исследование

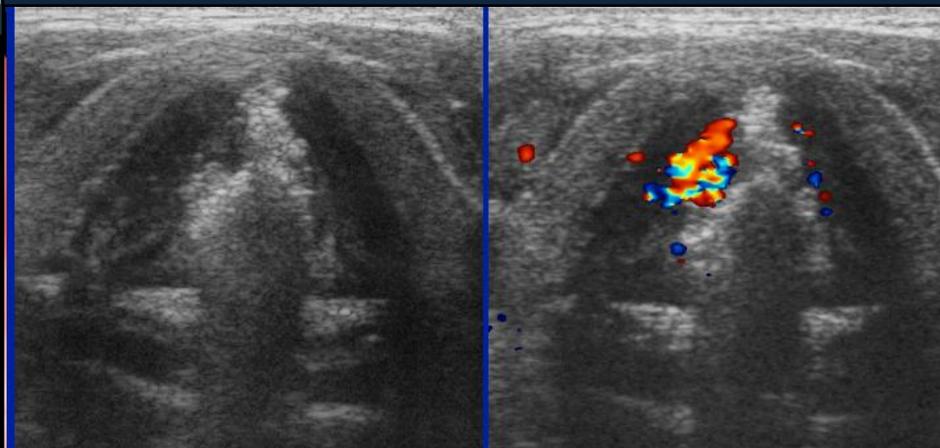


Диагностика механических повреждений глаза

- *отслойки сетчатки, гемофтальм,
инородные тела*



Ультразвуковое исследование

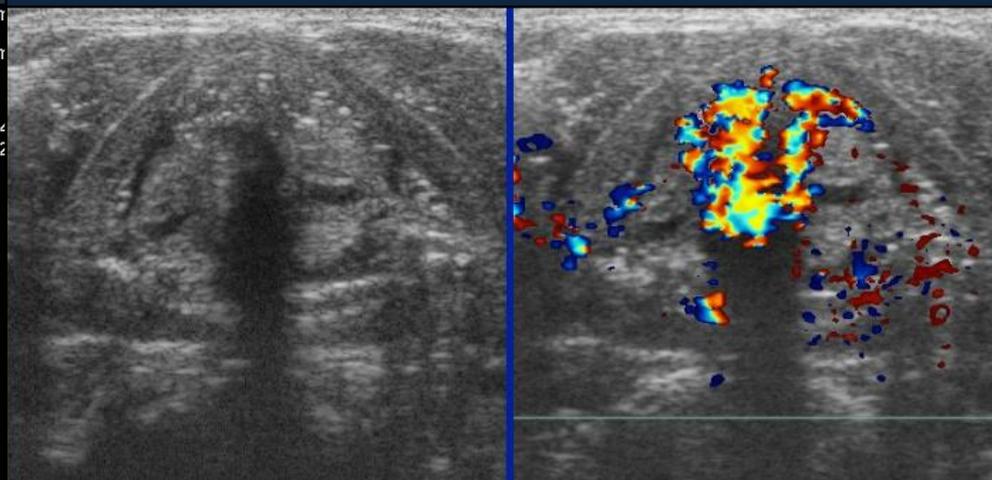


Оценка состояния гортани,
голосовой щели

- *объемные образования*

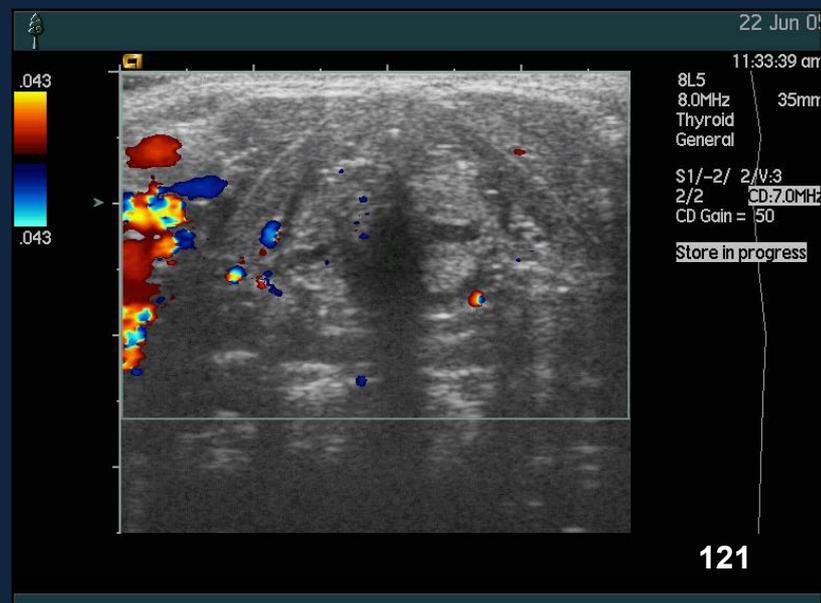


Ультразвуковое исследование



Оценка состояния гортани,
голосовой щели

- парезы голосовых складок



Ультразвуковое исследование

Тенденция

- *Разработка и использование цифровых мультимодальных (7-15 мГц) УЗ датчиков с малой апертурой (2,5-3,0 см) - для внутриротовых исследований*

Тенденция

- *Использование УЗ аппаратуры экспертного класса*

Тенденция

- *Ультразвуковое исследование – ведущий метод диагностики заболеваний и повреждений мягкотканых структур челюстно-лицевой области*

Интраоперационные исследования



Интраоперационные исследования

Тенденция

- *Применение объемных рентгенохирургических комплексов и специализированных компьютерных томографов для челюстно-лицевой хирургии непосредственно в операционной*

Тенденция

- *Интраоперационное использование портативных рентгеновских аппаратов для контроля дентальной имплантации*

Тенденции лучевой диагностики

Быстрый переход на цифровые технологии регистрации изображений

Появление портативных рентгеновских аппаратов, в том числе на основе микрофокусной трубки

Быстрое внедрение конусно-лучевой компьютерной томографии

Активное использование высокотехнологичных методов ЛД, в том числе на первом этапе обследования пациентов

Создание специализированных программных продуктов для стоматологии, имплантологии и ЧЛХ

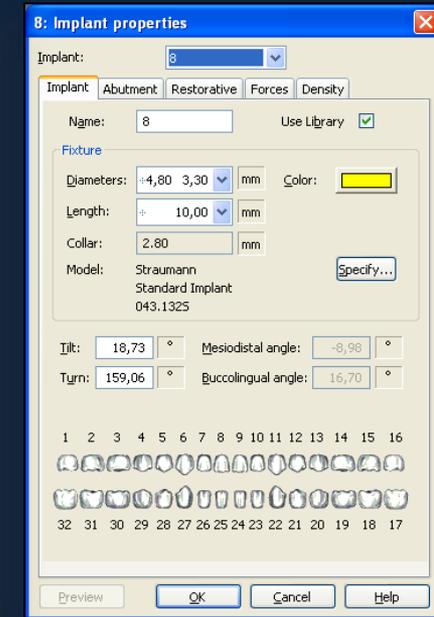
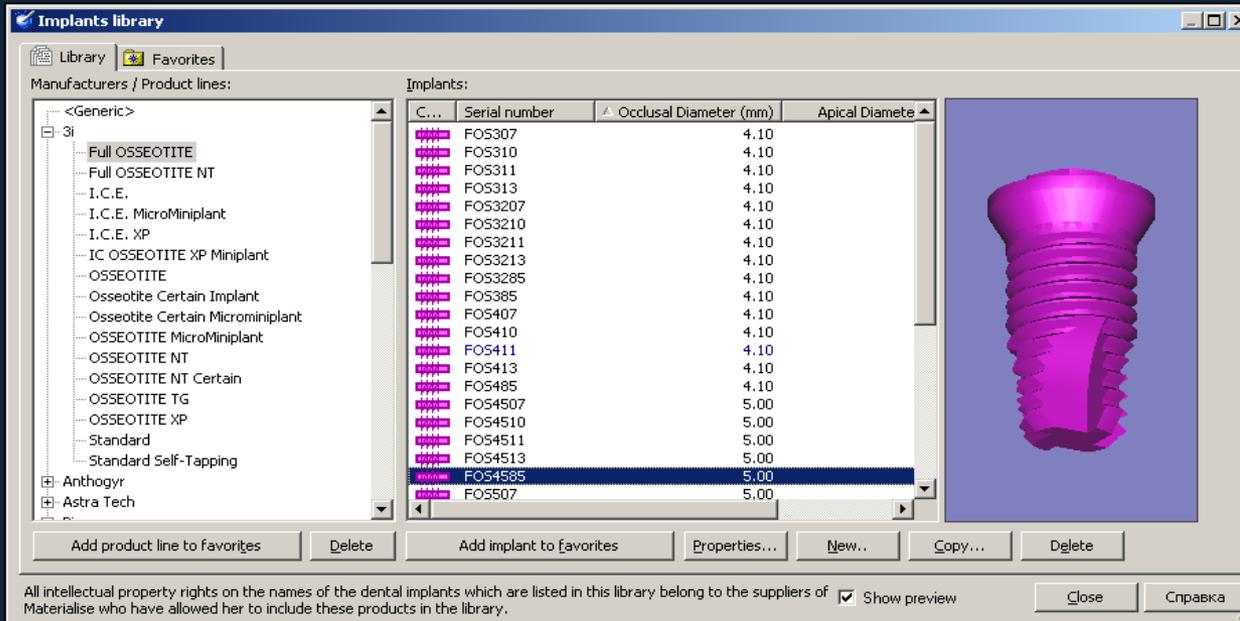
Снижение медицинского облучения

Специализированные программные продукты



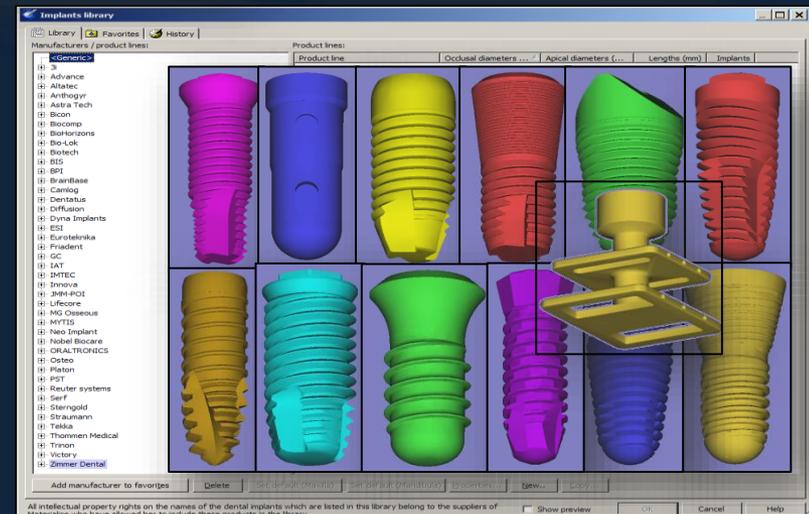
*Трассировка нижнечелюстных
каналов*

Специализированные программные продукты

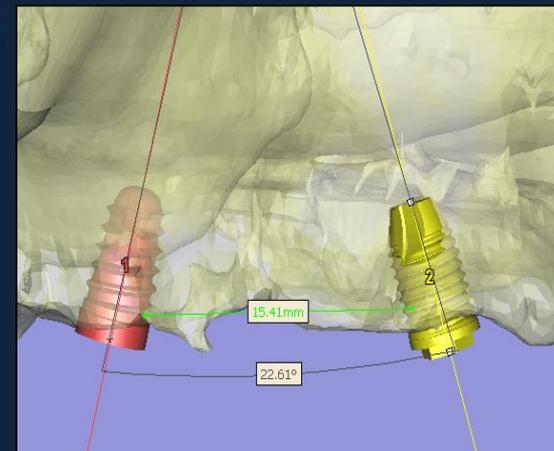
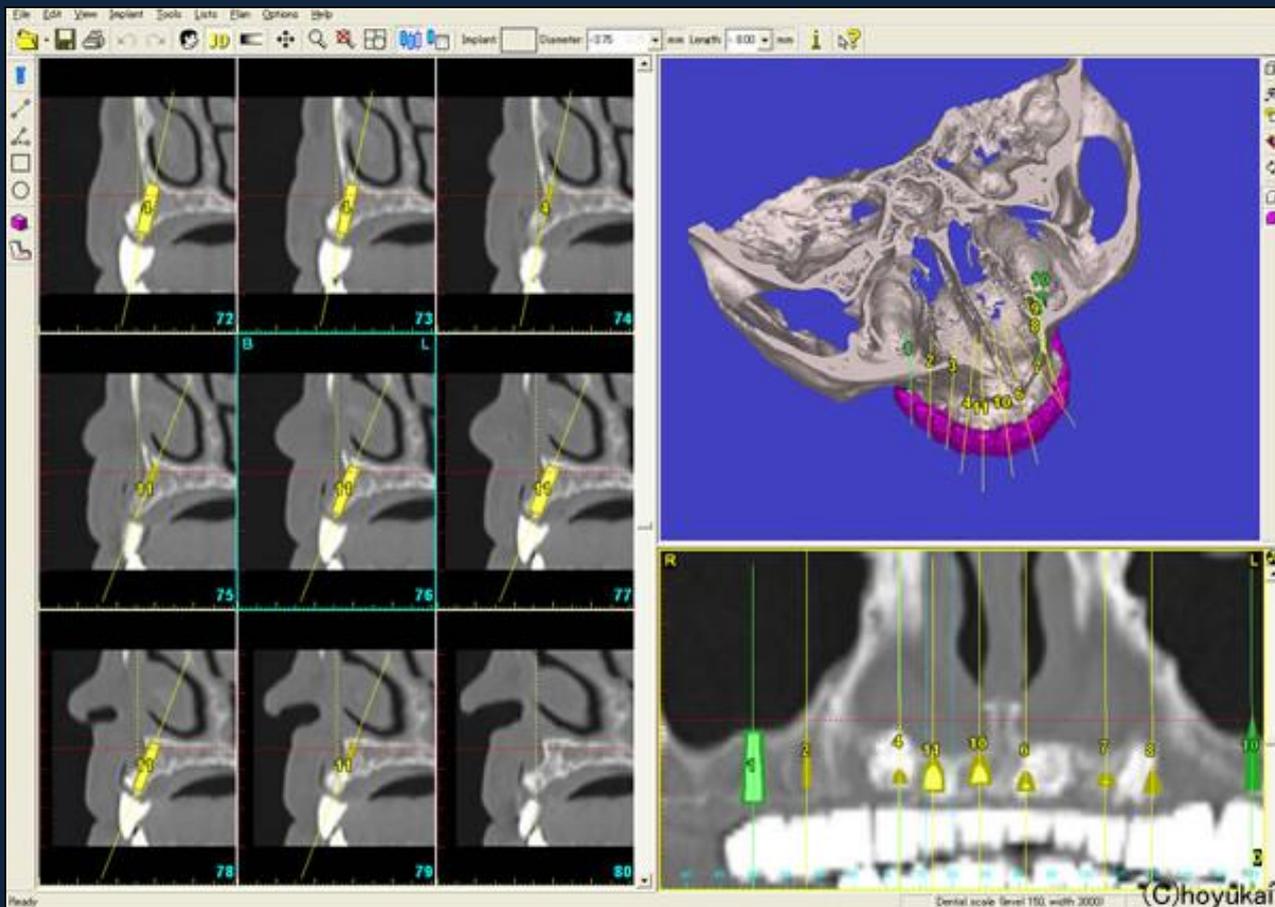


Планирование дентальной имплантации

- библиотека имплантатов



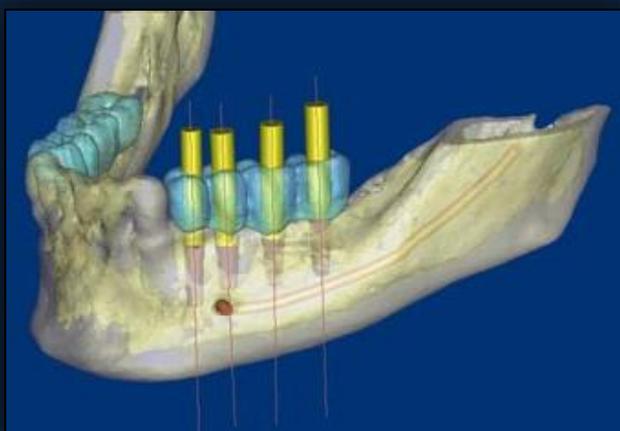
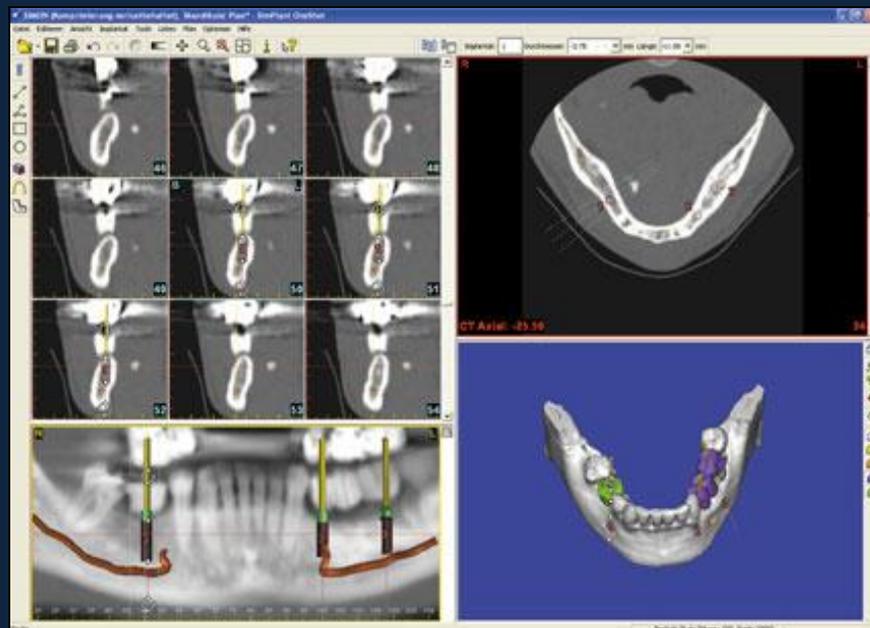
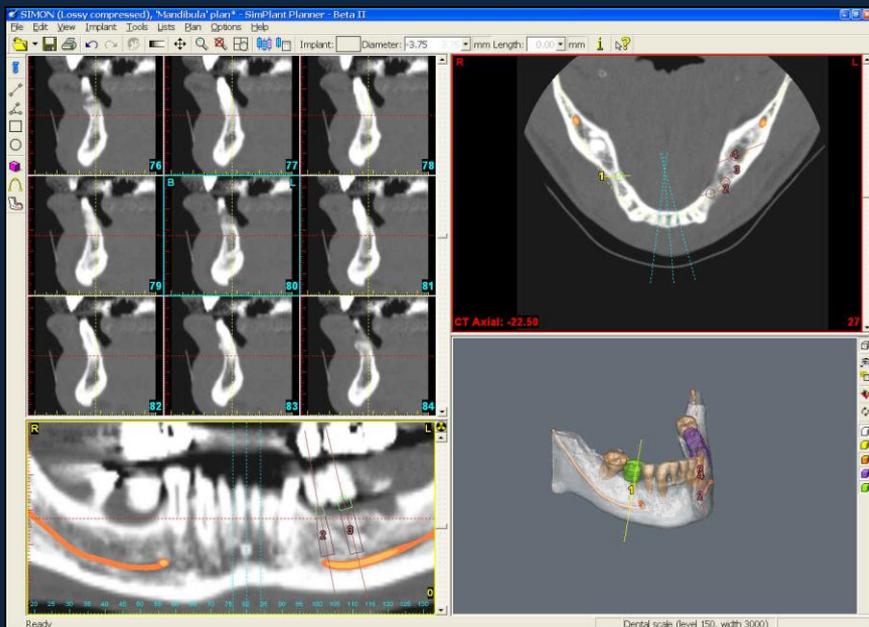
Специализированные программные продукты



Планирование денальной имплантации

- виртуальная имплантация

Специализированные программные продукты

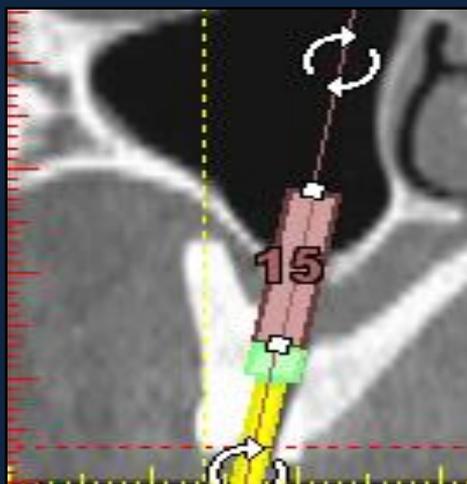
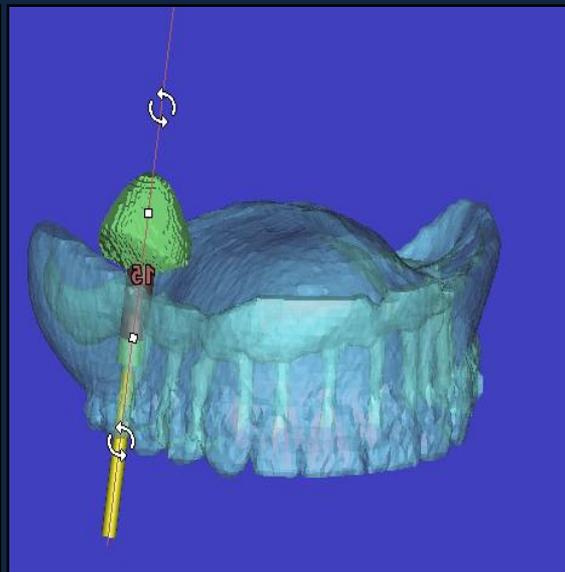
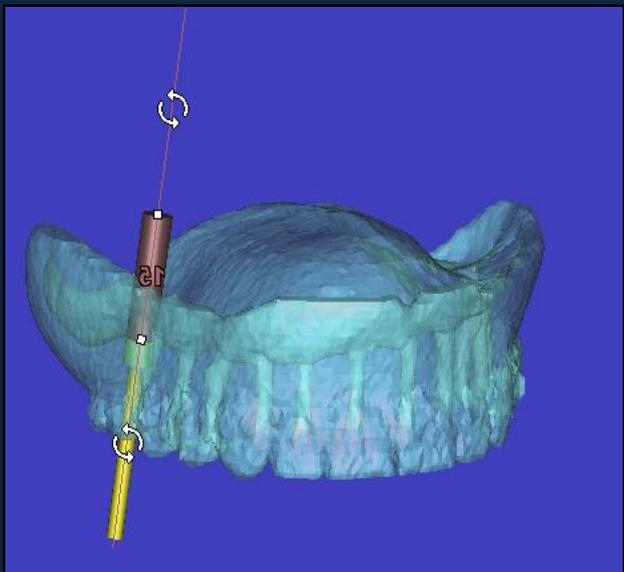


Планирование
денальной
имплантации

- виртуальная имплантация

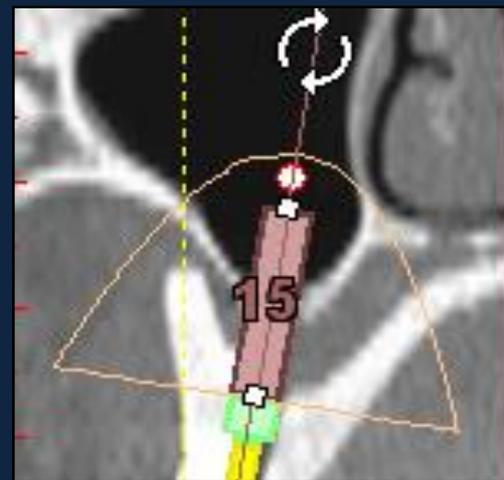


Специализированные программные продукты

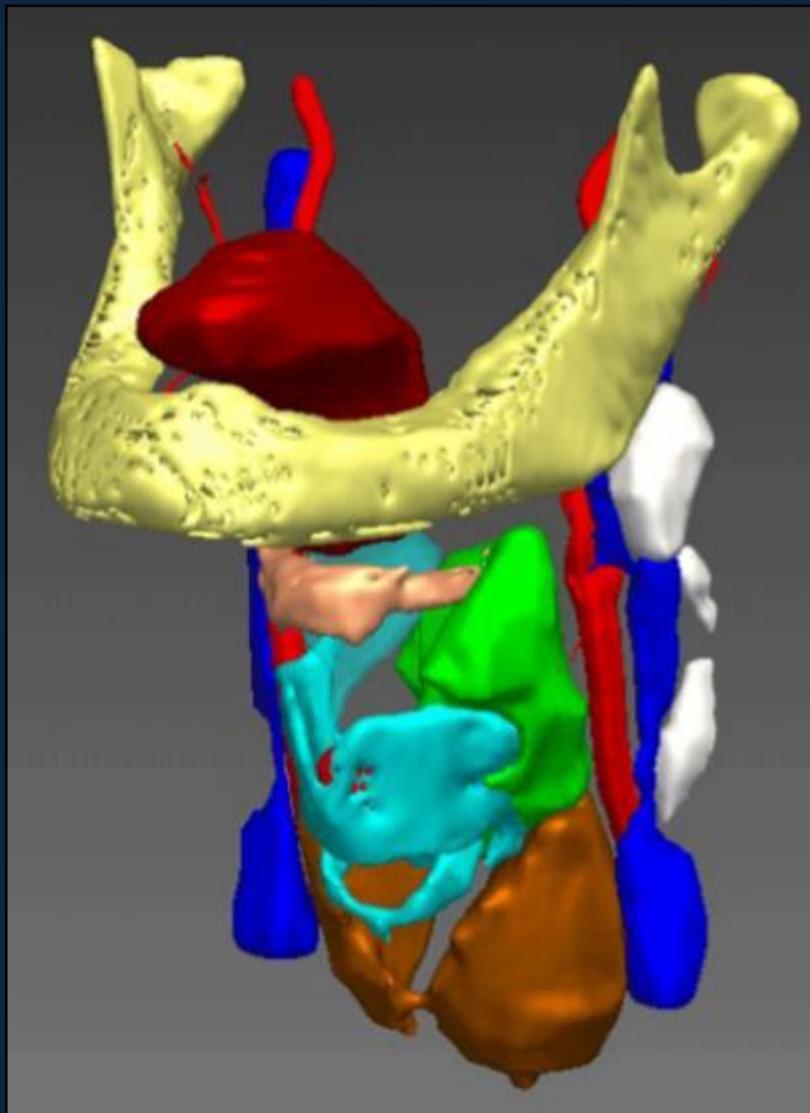


Планирование
операции
синуслифтинга

- расчет объема
остеопластического
материала



Специализированное программное обеспечение

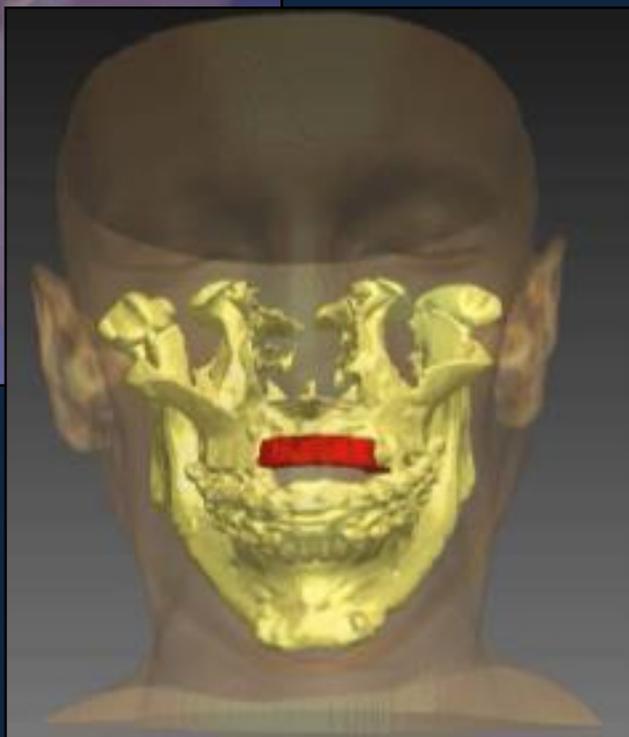
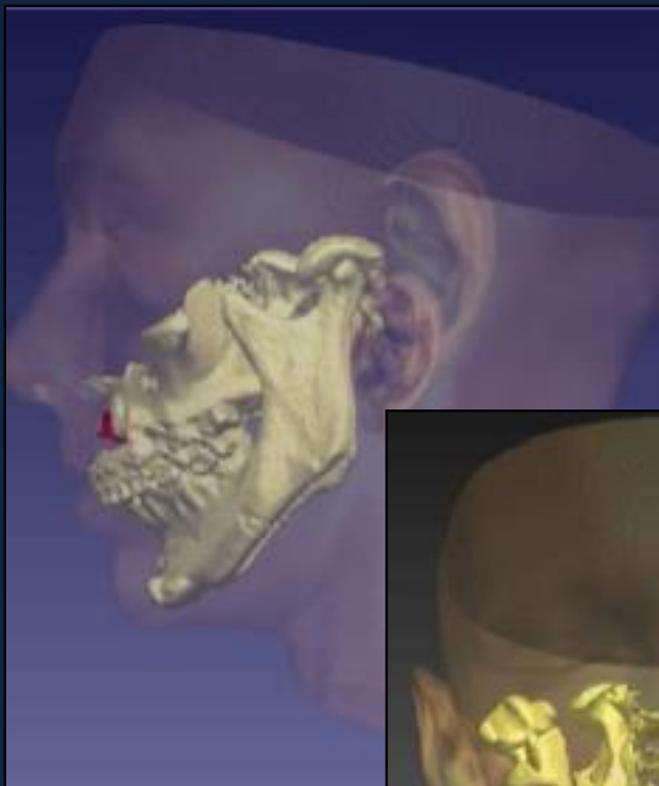


Планирование операций по удалению новообразований

- сегментация опухоли гортани, хрящей, голосовых складок, артерий, метастатических лимфатических узлов, щитовидной железы,*
- виртуальное удаление опухоли*

«Автоплан» ИИР СамГМУ

Специализированное программное обеспечение



*Планирование операций
костной пластики
дефектов костей лицевого
отдела черепа*

- сегментация костей черепа и дефекта*
- подсчет объема, выгрузка модели для 3D печати*
- изготовление индивидуального протеза*

Тенденции лучевой диагностики

Быстрый переход на цифровые технологии регистрации изображений

Появление портативных рентгеновских аппаратов, в том числе на основе микрофокусной трубки

Быстрое внедрение конусно-лучевой компьютерной томографии

Активное использование высокотехнологичных методов ЛД, в том числе на первом этапе обследования пациентов

Создание специализированных интегрированных программных продуктов для стоматологии, имплантологии и ЧЛХ

Снижение медицинского облучения

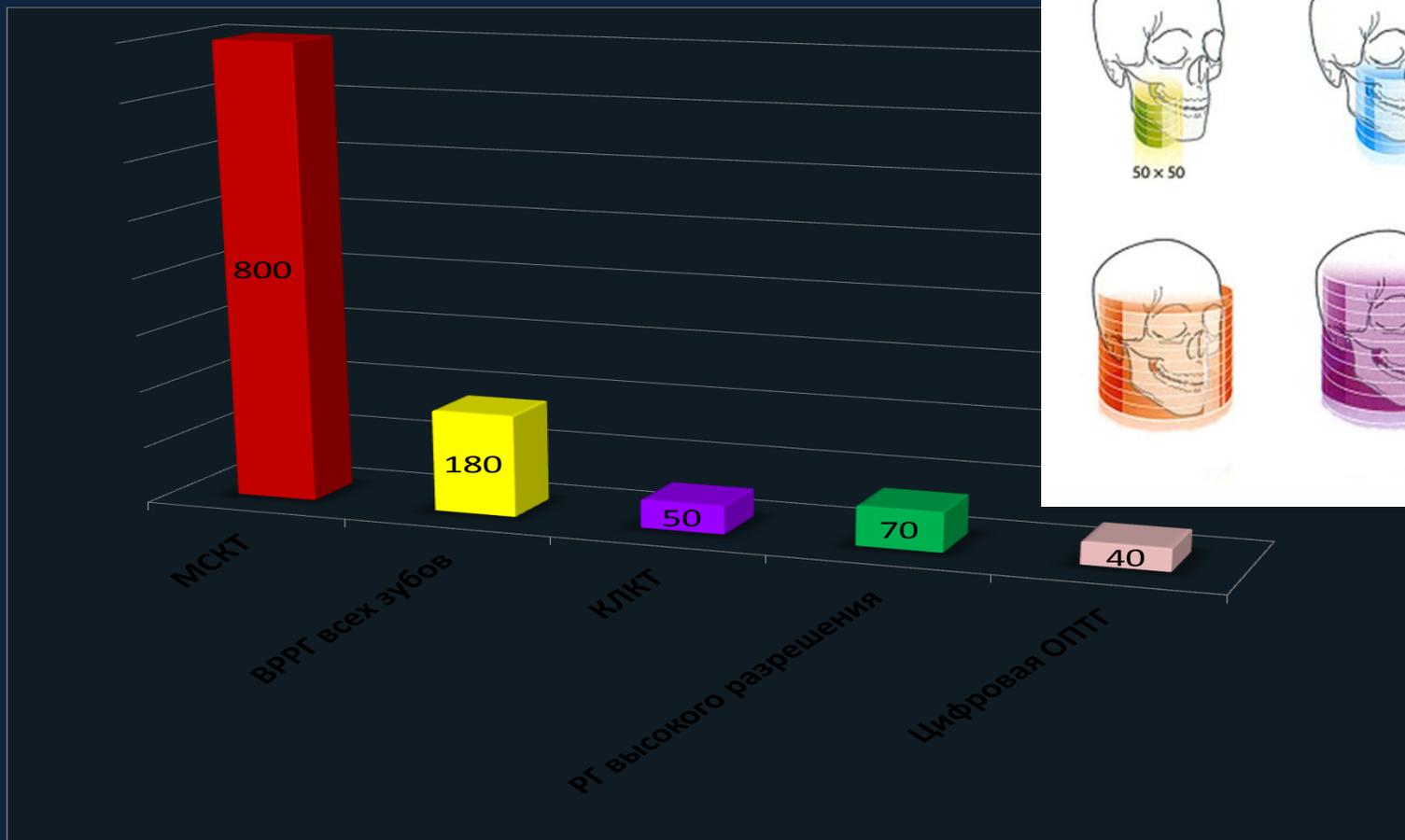
Рентгеновская компьютерная томография

*Активное использование **не ионизирующих** методов лучевой диагностики (МРТ, УЗИ)*

*Внедрение на конкурентной основе **методов и методик, формирующих меньшую дозу** медицинского облучения (КЛКТ, микрофокусные технологии)*

***Низкодозовые технологии** МСКТ (в том числе и на основе использования алгоритмов интерактивной реконструкции)*

Конусно-лучевая компьютерная томография



Средние дозовые нагрузки при различных рентгеностоматологических исследованиях (мкЗв)

Низкодозовые технологии МСКТ

Применение алгоритмов итеративной реконструкции (ИР)

- основной принцип ИР заключается в сравнении сформированного изображения в процессе КТ с «идеальным»,*
- сравнение повторяется до тех пор, пока не будет получено удовлетворительное согласие между «идеальным» и сформированным изображениями,*
- отличительные особенности ИР изображений заключаются в практическом отсутствии артефактов и лучшем значении отношения сигнал/шум в низкоконтрастных областях,*
- все основные производители разрабатывают и внедряют в практику алгоритмы ИР: Philips – iDose4, IMR, Siemens – SAFIRE, IRIS, Toshiba – AIDR3D, General Electric – ASIR, MBIR*

Низкодозовые технологии МСКТ

*Использование технологии **IMR** позволяет получить:*

- значительное снижение дозы - до 60-80%,*
- одновременное снижение до 70-80% уровня шума,*
- улучшение низкоконтрастного разрешения до 40-80%,*
- наилучшую визуализацию мягкотканых новообразований с более точным определением размеров и структуры,*
- сдвиг спектра излучения в сторону низкоэнергетических фотонов, что улучшает визуализацию усиленных йодом участков и образований,*
- эксплуатацию рентгеновской трубки в щадящем режиме и увеличение срока ее службы*

Вопросы для дискуссии

Отсутствие **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**

Недостаток **квалифицированных кадров** (инженеров, рентгенолаборантов, врачей-специалистов)

ВЫВОДЫ

Последние достижения в области технологий визуализации произвели революцию в стоматологической диагностике и планировании лечения. Правильное использование соответствующих технологий визуализации и их правильная интерпретация, в соответствии с принципами ALARA (разумно достижимый низкий уровень) и рентабельностью, новые рентгенографические методы могут помочь обнаружить патологии на самых ранних стадиях, что в конечном итоге поможет снизить заболеваемость и смертность и улучшить качество жизни пациентов.

**Врача который не заглядывает в книгу,
следует остерегаться больше болезни**

**Тадеуш Келановский
Польский патолог, фтизиатр**

Обучение было дистанционно...





Благодарю за помощь в
подготовке лекции
д.м.н., профессора
Лежнева Д.А.
д.м.н., профессора
Трутнева В.П.
МГМСУ им.Евдокимова

Благодарю за внимание

