

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
Высшего образования «Казанский государственный медицинский университет»
Министерства Здравоохранения Российской Федерации

Рентген-исследования: ОПТГ, КТ, МРТ, рентген кисти, стадии развития ПОЗВОНКОВ



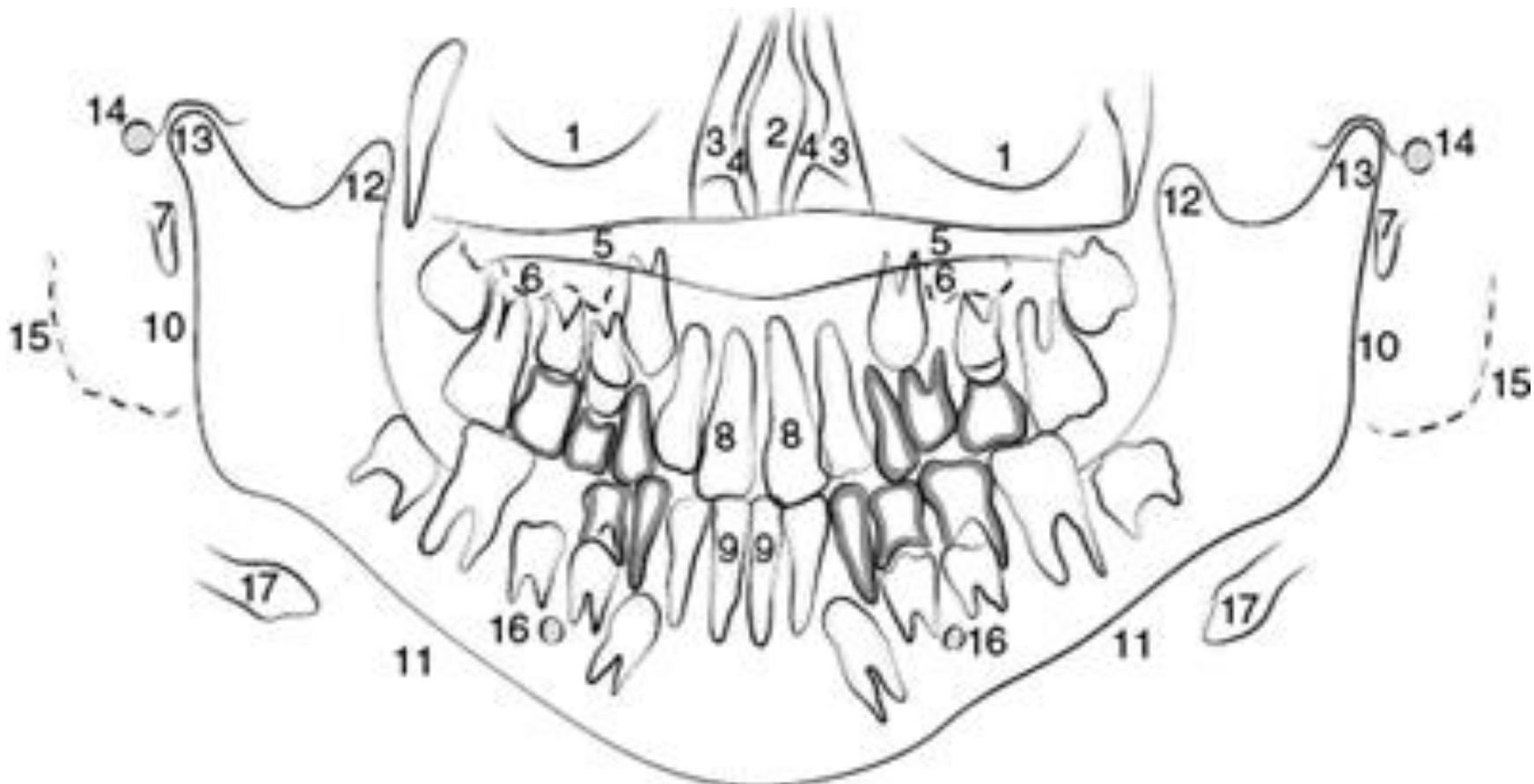
- Из дополнительных методов обследования ортодонтических больных наиболее широко используются рентгенологические методы. Они применяются для уточнения диагноза, определения плана и прогноза лечения зубочелюстных аномалий, наблюдения за происходящими процессами изменений в тканях пародонта в динамике, осуществления контроля за стабилизацией достигнутого результата.



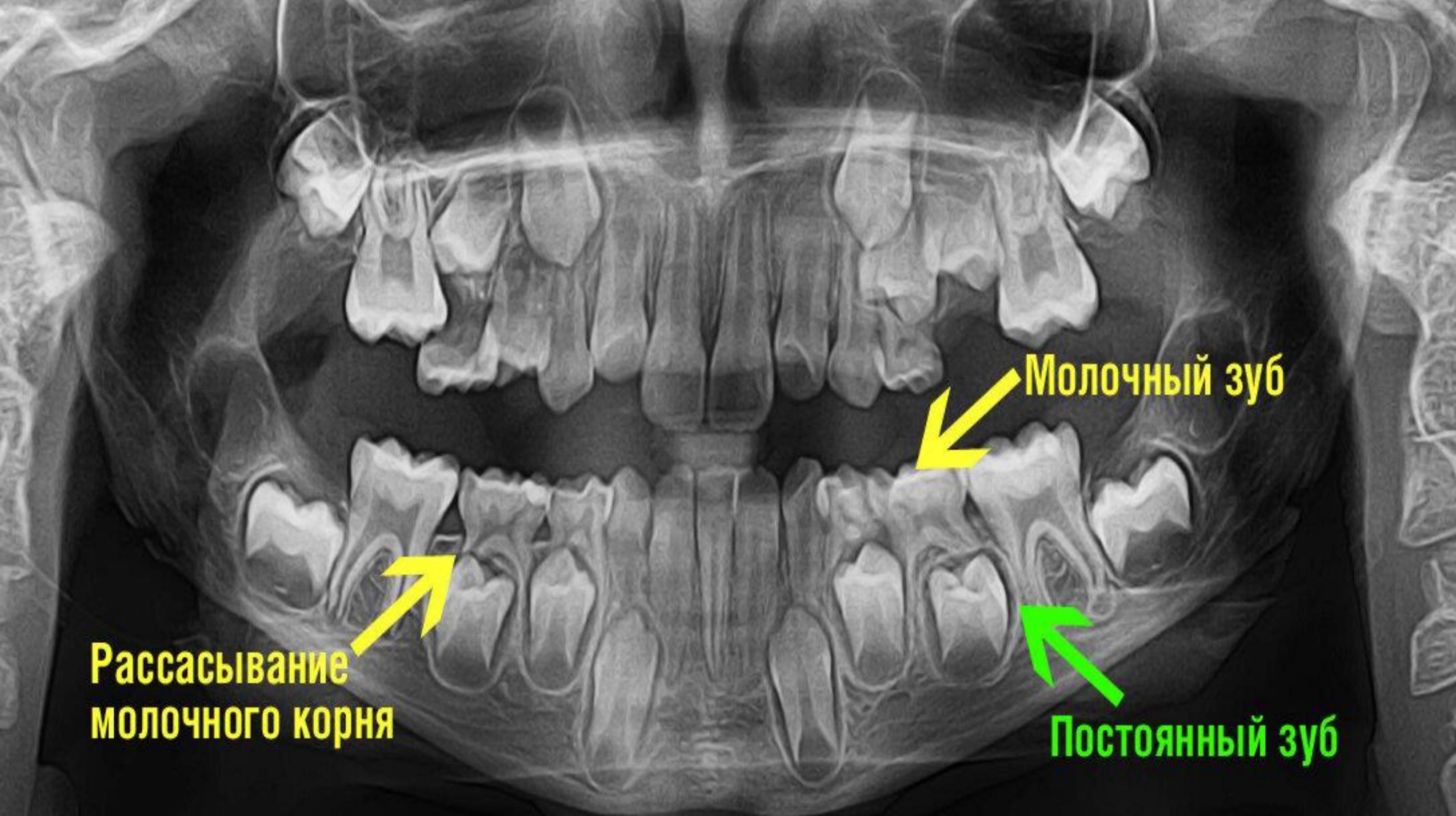
ОРТОПАНТОМОГРАФИЯ

- Метод, позволяющий получить плоское изображение объемных областей.
- С помощью этого метода получают ортопантомограммы, по которым можно изучать состояние зубочелюстной системы, степень минерализации корней и коронок зубов, степень рассасывания корней молочных зубов и их соотношение с зачатками постоянных зубов, наклоны прорезавшихся и ретенированных зубов по отношению к соседним зубам и срединной плоскости, зубоальвеолярную высоту в переднем и боковых участках челюстей, оценить глубину резцового перекрытия, асимметрию правой и левой половины средней и нижней части лицевого скелета.
- Рентгеновская трубка (источник луча) и приемник (ранее – пленка, сегодня – цифровые датчики) двигаются около исследуемого объекта, так что изображение фокусируется на ограниченной области объекта изучения.





Анатомические образования, изучаемые на ортопантомографии челюстей: 1 — нижние контуры орбит; 2 — носовая перегородка; 3 — носовые раковины; 4 — носовые ходы; 5 — твердое нёбо; 6 — верхнечелюстные пазухи; 7 — шиловидные отростки; 8 — зубы верхней челюсти; 9 — зубы нижней челюсти; 10 — наружная кортикальная пластинка ветвей; 11 — наружная кортикальная пластинка тела нижней челюсти; 12 — венечные отростки нижней челюсти; 13 — головки мышечелковых отростков; 14 — наружные слуховые проходы; 15 — тени ушных раковин; 16 — отверстия нижнечелюстных каналов; 17 — подъязычная кость

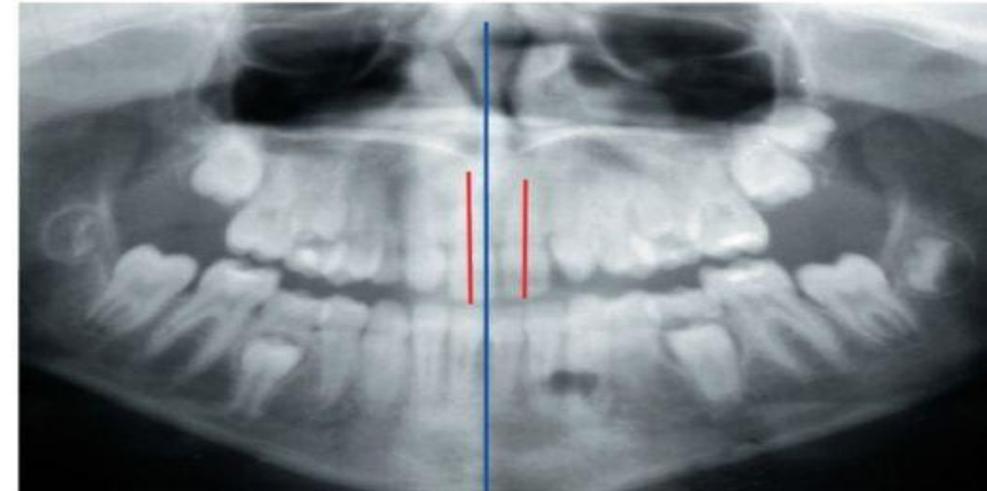
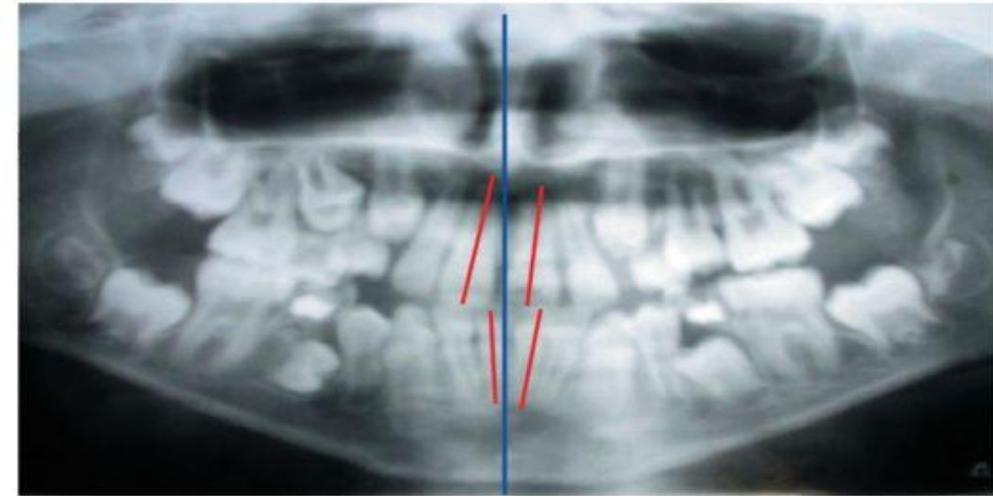
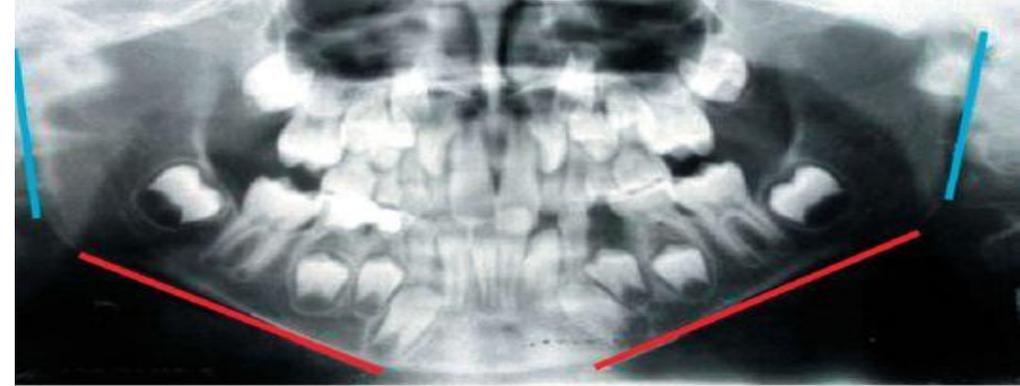
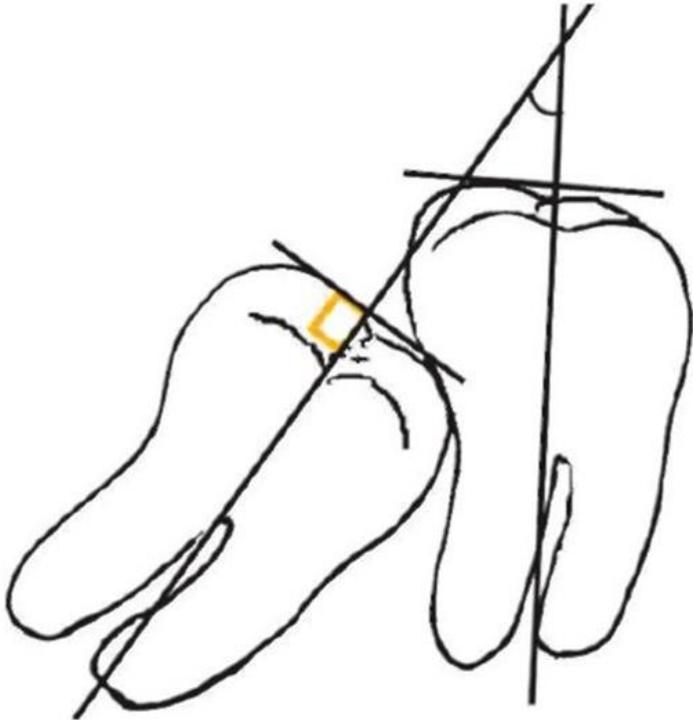


**Рассасывание
молочного корня**

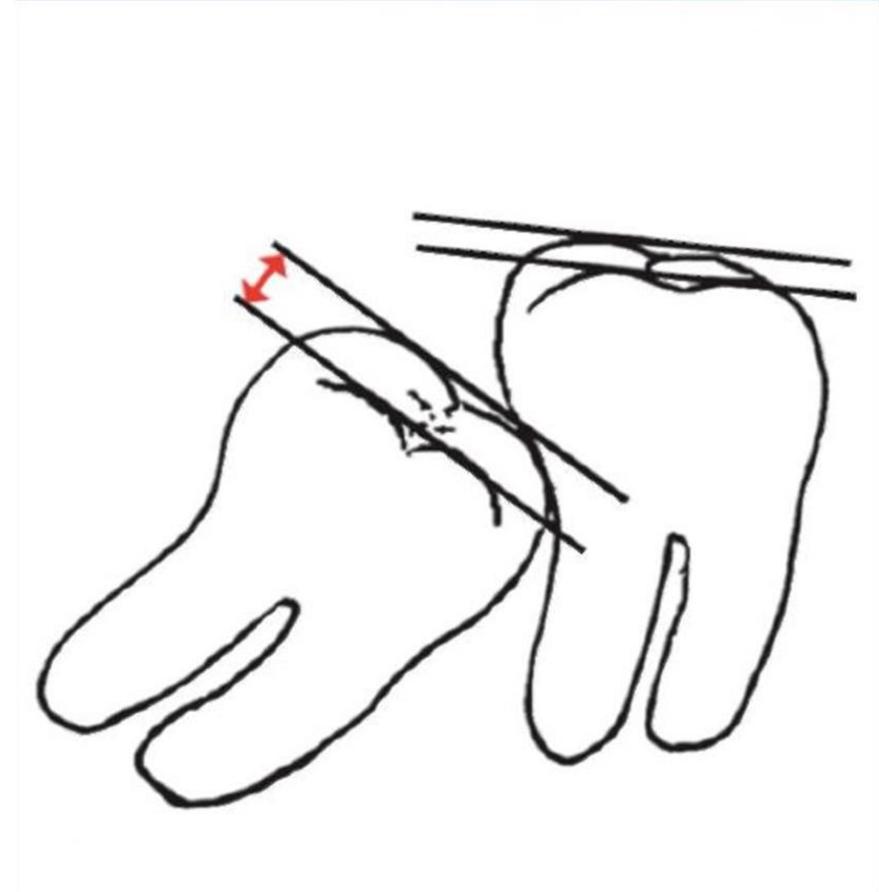
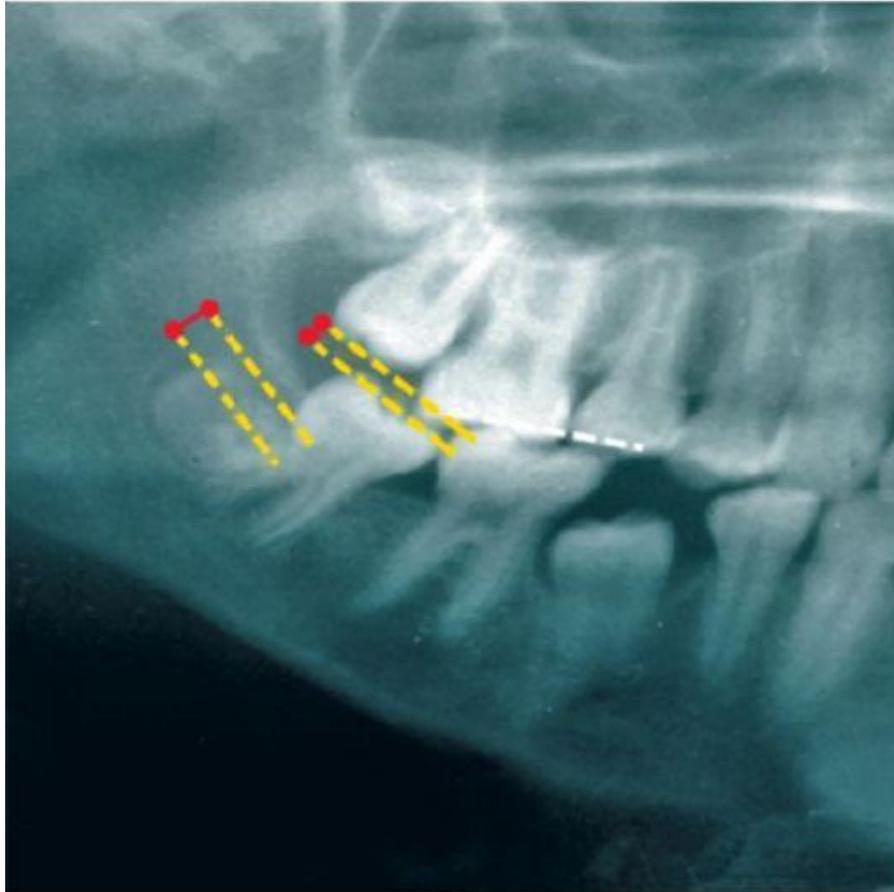
Молочный зуб

Постоянный зуб

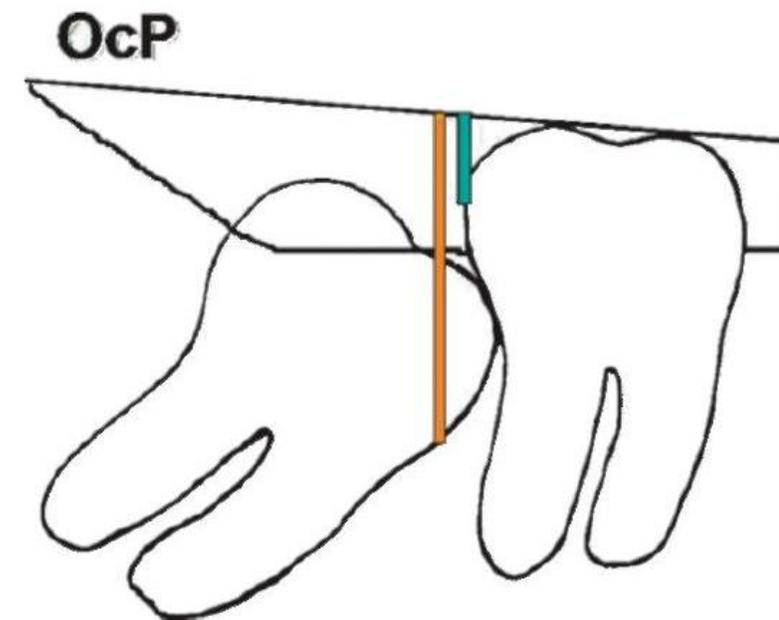
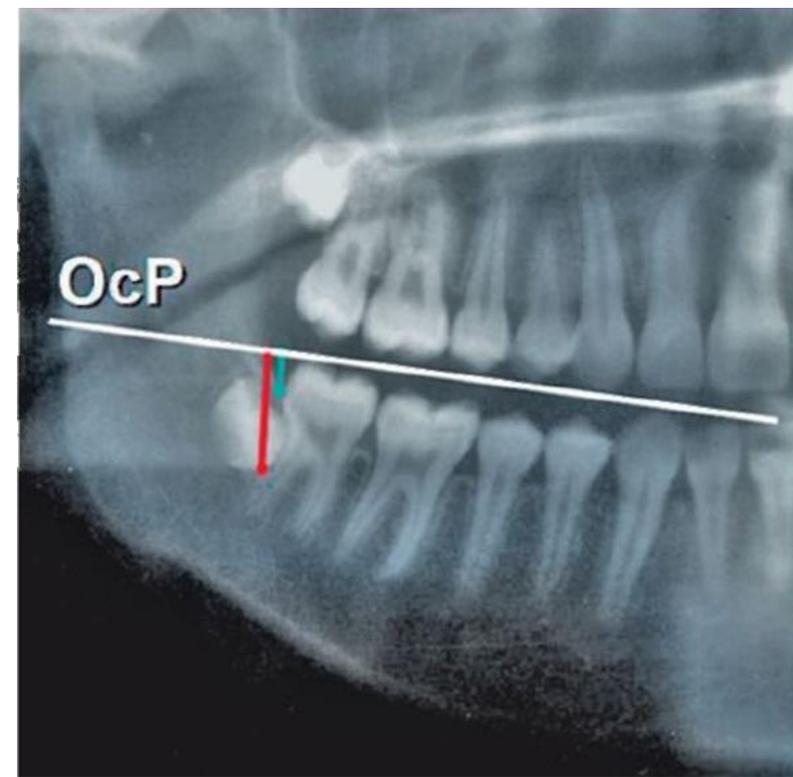
- Мезиодистальный наклон как прорезавшихся зубов, так и их зачатков определяют относительно линии основания соответствующей челюсти, срединной линии или относительно друг друга. При этом оси моляров определяют по методу, предложенному R. Evans (1988). Ось определяется как перпендикуляр к касательной к буграм моляра, прочерченный через поперечную фиссуру.



- Вестибулооральный наклон оценивают по методу Ричардсона (1992), измеряя расстояние между касательными к щечным и язычным буграм молярами; 1 мм расстояния соответствует 10° наклона.



- Особое место в диагностике положения моляров занимает расположение третьих нижних моляров, их взаиморасположение со вторыми молярами и вероятность прорезывания. F.N. Nattab (1999) рекомендует оценивать взаиморасположение второго и третьего моляра с помощью индекса КН по формуле: $КН = НМ2 / НМ3$, где НМ2 - расстояние от окклюзионной линии до дистальной выступающей точки коронки второго моляра, а НМ3 - расстояние от окклюзионной линии до мезиальной выступающей точки коронки третьего моляра. Чем меньше значение индекса, тем дальше располагается зачаток третьего моляра.



- Наряду с преимуществами данная техника имеет ряд недостатков: ограниченная резкость отдельных деталей изображения, несоответствие линейных параметров на снимке реальным, анатомически обусловленное наложение тени шейного отдела позвоночника.
- Ввиду большого участка обзора необходимо избегать ошибочной интерпретации обнаруженных артефактов: наложение контура твердого нёба на гайморову пазуху, накладки тени структур носа, восходящей ветви нижней челюсти, суставной головки противоположной стороны, случайные движения пациента во время съёмки, серьги и другие украшения.

КОМПЬЮТЕРНАЯ ТОМОГРАФИЯ

- Позволяет получить поперечное послойное изображение любой области человеческого тела, в том числе черепа. Трехмерная реконструкция делает диагностику заболеваний челюстно-лицевой области на порядок более информативной, так как позволяет изучить исследуемую область под любым углом, во всех плоскостях и на любом срезе.
- В отличие от спиральных томографов, где приемником изображения являются тысячи детекторов, в конусно-лучевом томографе приемником является единый плоскостной сенсор, воспринимающий изображение целиком, и луч формируется в виде конуса, который может быть как непрерывным, так и в виде импульсов, но считывание всегда происходит дискретно. Получаемая информация передается в компьютер в полном объеме без потери данных.



Объем зоны исследования в зависимости от размера матрицы КЛКТ



15 X 15 cm

15 X 12 cm

12 X 8 cm

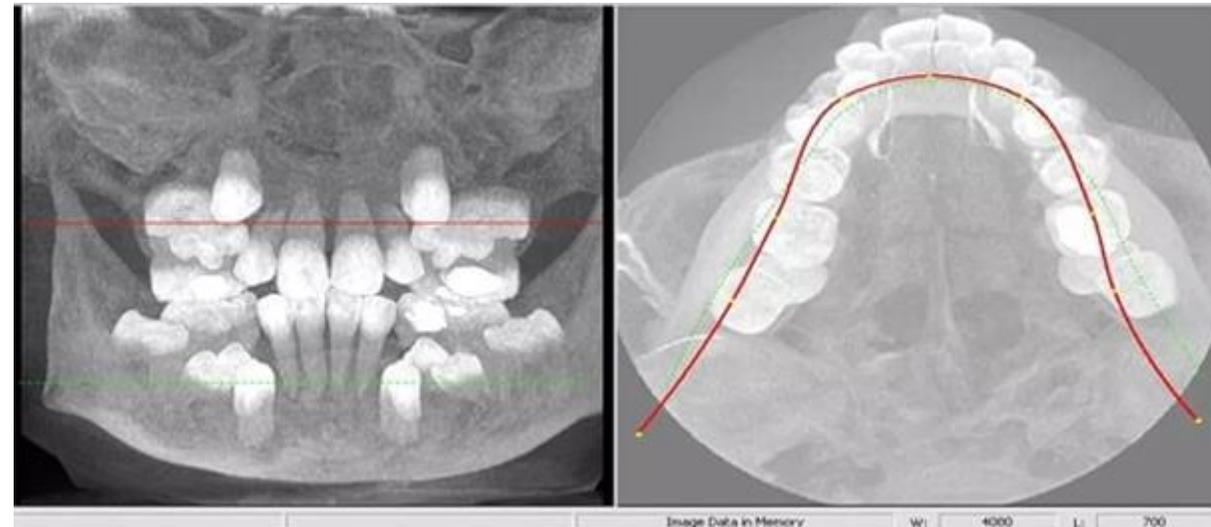


8 X 8 cm

6 X 6 cm

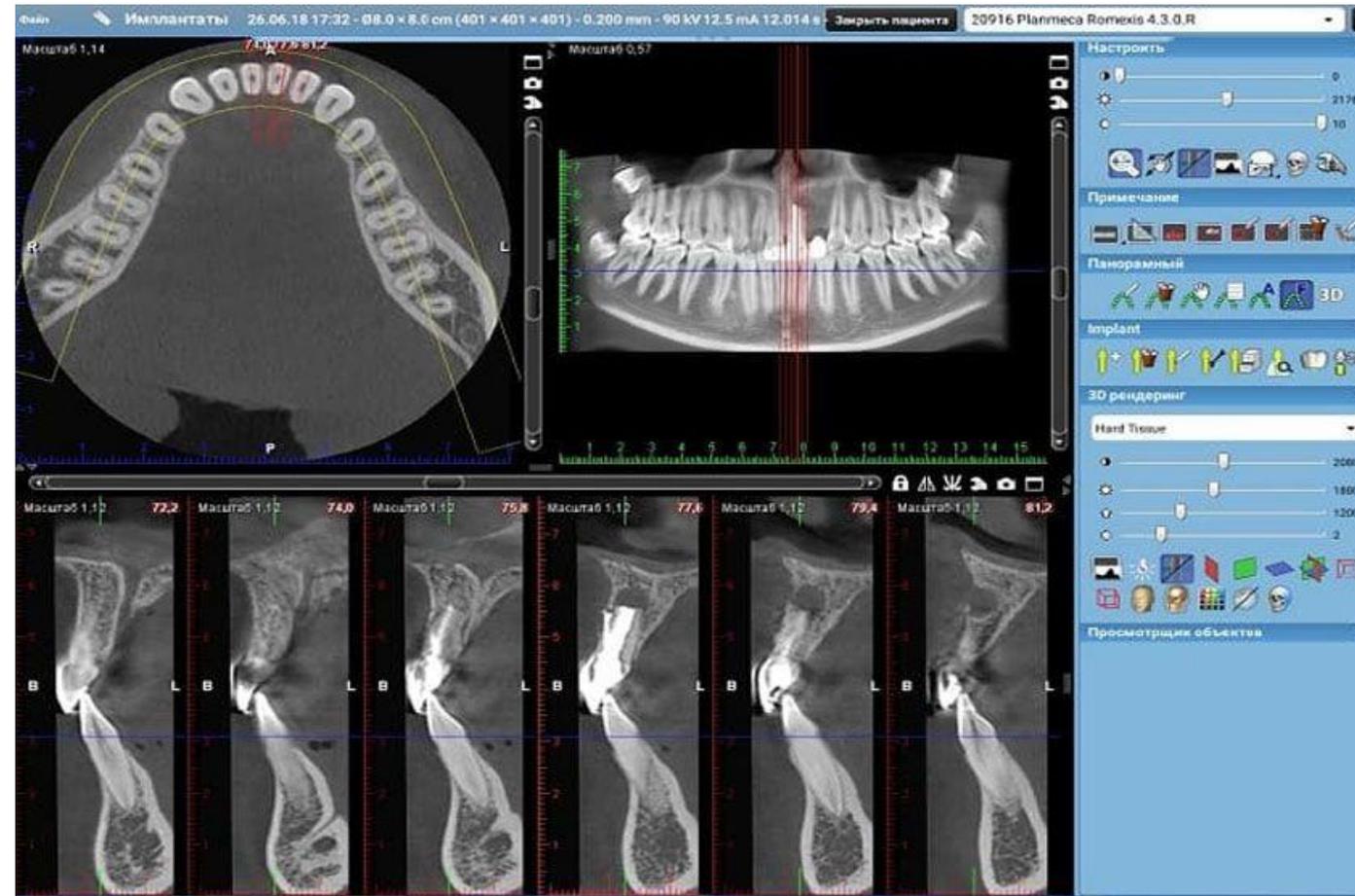
Показания для проведения КЛКТ

- Диагностика аномалий развития челюстей, аномалий прикуса, аномалий развития, формирования и положения зубов;
- Диагностика патологии ВНЧС;
- Диагностика кариеса, его осложнений временных и постоянных зубов, воспалительных процессов пародонта;
- Определение наличия и положения зачатков постоянных зубов;
- Определение наличия ретенированных и сверхкомплектных зубов;
- Определение участков для установки ортодонтических мини-имплантатов и др.

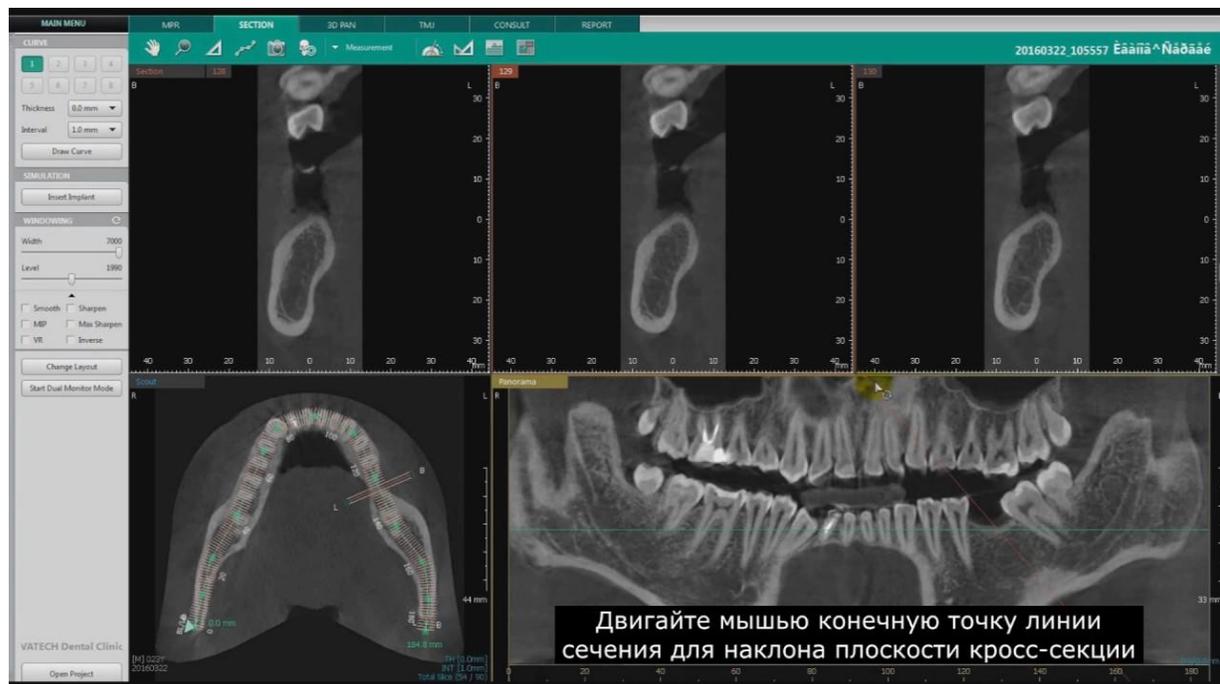
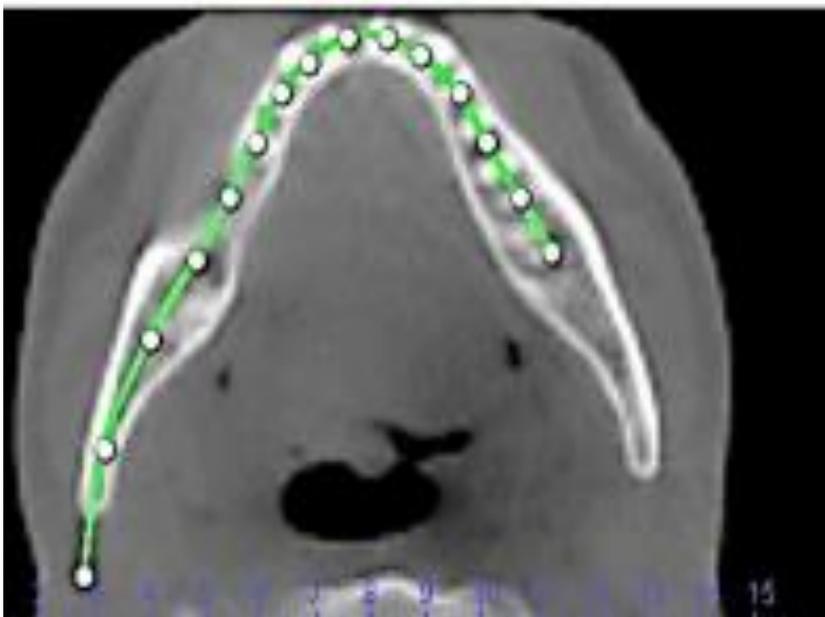


- Врач имеет возможность в каждом окне последовательно рассматривать слои, плавно двигаясь от одной границы изученного объекта до противоположной. При этом в остальных окнах можно видеть линии системы координат, которые показывают, на каком уровне в данный момент расположены срезы.

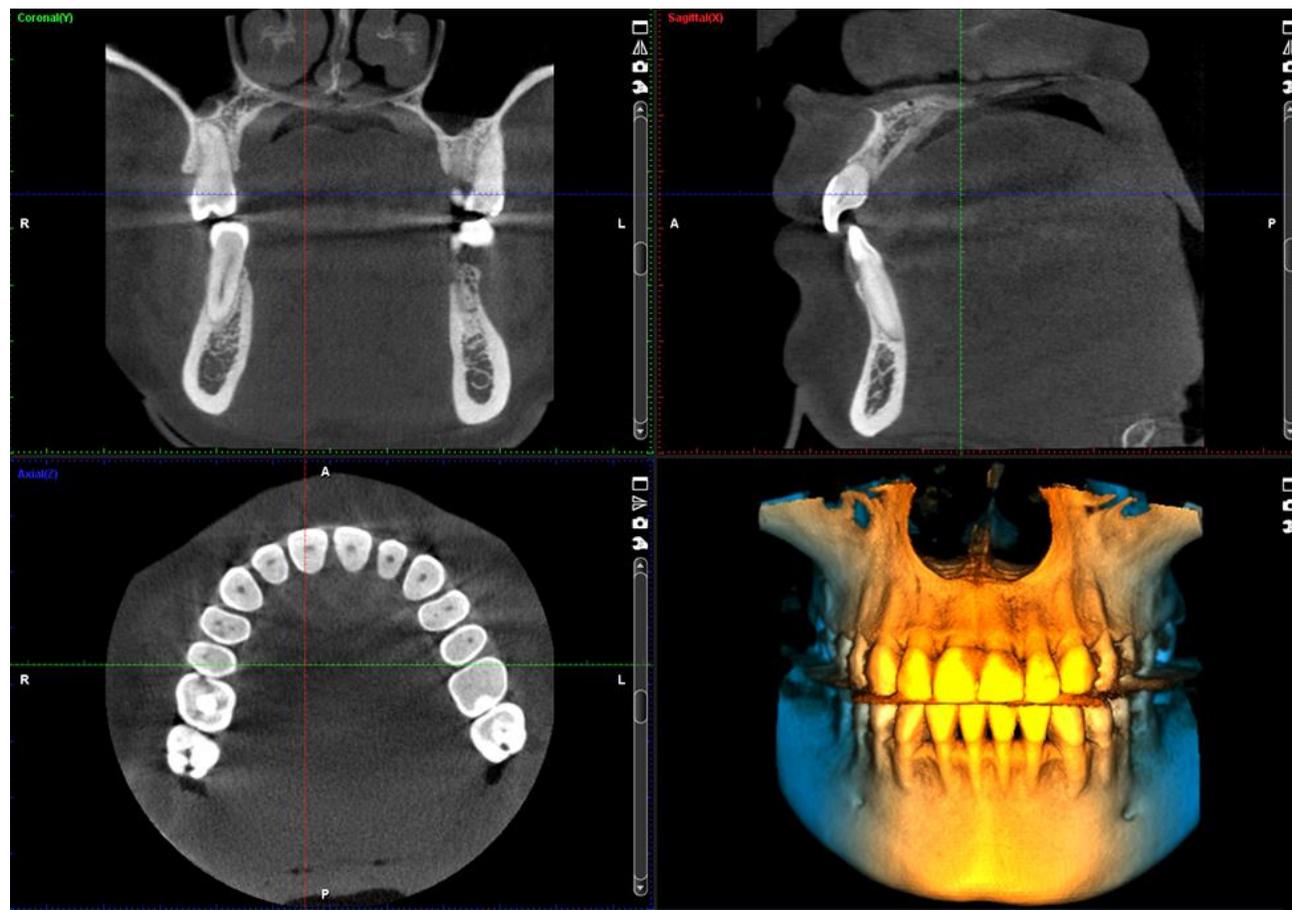
- С помощью захвата перекреста линий координат или самого изображения можно двигаться по осям срезов, перемещать всю систему координат в произвольном порядке и в любом направлении, изменять пространственное положение среза, наклоняя его.



- Одной из важнейших опций программного обеспечения является функция построения панорамной томограммы. Данная опция позволяет получить изображение криволинейного среза, включающего изогнутые в пространстве кости нижней зоны лицевого черепа.
- Обычная ОПТГ имеет стандартизированную по параболе, соответствующую усредненной окклюзионной кривой форму выделенного слоя. Эта стандартная форма применяется для каждого пациента независимо от его анатомических особенностей. В КЛКТ предусмотрено построение произвольного среза любой конфигурации и протяженности — функция произвольного сечения. Это значит, что можно получить панорамную томограмму, соответствующую индивидуальной форме зубной дуги пациента



- VR (volume rendering) — объемный рендеринг, или объемная визуализация, — опция, обеспечивающая получение трехмерной модели за счет беспороговой визуализации всех вокселей, участвующих в построении изображения. Поверхность костной ткани не просто воссоздается конфигуративно, но и сохраняет естественную текстуру.



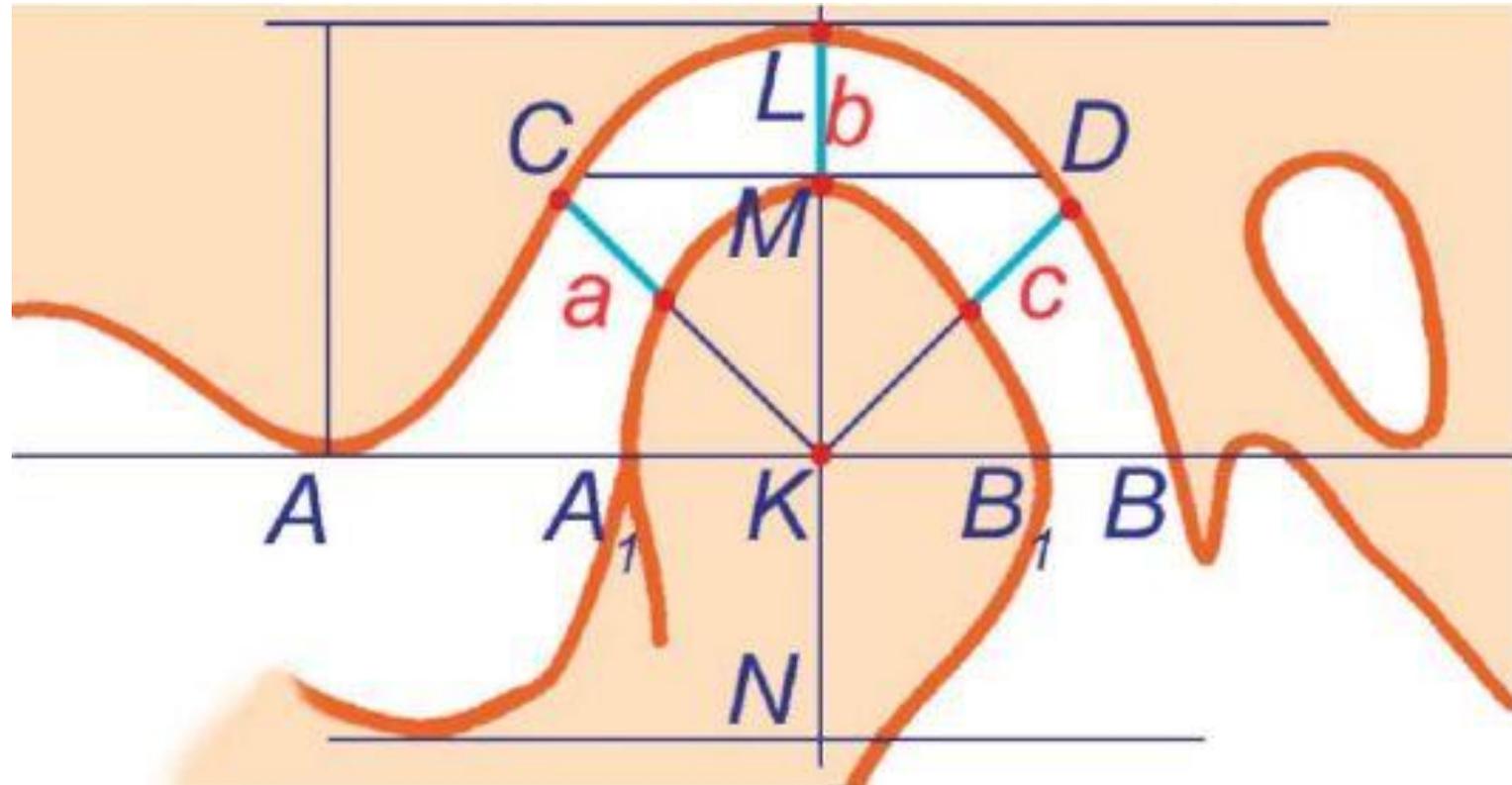
Томография височно-нижнечелюстных суставов

- Томограмма ВНЧС дает возможность получить важнейшие показатели: форму суставной впадины, ее ширину, глубину и выраженность суставного бугорка, форму суставной головки и величину суставной щели между головкой и впадиной в ее переднем, среднем и заднем отделах. При физиологической окклюзии суставные головки располагаются обычно в середине суставной впадины. При аномалиях окклюзии наблюдаются три основных положения суставных головок: они могут находиться в середине суставных ямок, смещены назад и вверх или вперед и вниз.



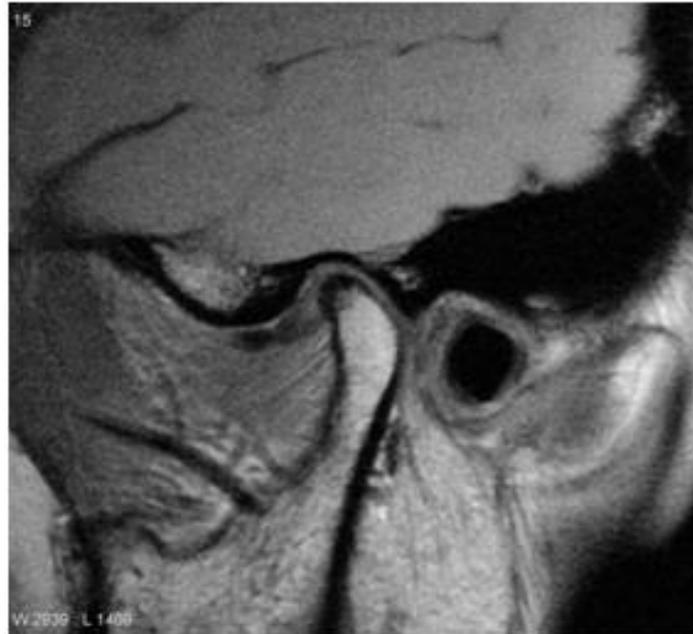
На томограмме измеряют:

- длину мышелкового отростка (NM);
- высоту головки нижней челюсти (KM);
- ширину головки нижней челюсти A_1B_1
- ширину суставной щели: у входа в переднем отделе AA_1 ; у входа в заднем отделе BB_1 ; под углом 45° в переднем отделе (a), под углом 45° в заднем отделе (c); в верхнем отделе (b).



Магнитно-резонансная томография

- Заболевания ВНЧС представляют собой патологические процессы, включающие изменения костно-хрящевых, мягкотканых, жидкостных компонентов сустава. Наиболее информативным методом является магнитно-резонансная томография (МРТ) ВНЧС.
- Впервые о применении МРТ в стоматологии было доложено на Международной конференции в 1985 г. в Дубровниках (Югославия).
- МРТ позволяет неинвазивно и без вреда для пациента исследовать и объективно оценить мягкотканые и фиброзные структуры ВНЧС, и прежде всего состояние диска, биомеханику его движений, и биламинарной структуры.



- Главным преимуществом МРТ перед другими методами лучевой диагностики общепризнана возможность визуализации внутрисуставного диска в условиях естественной контрастности без применения ионизирующего облучения.
- Но существуют относительные и абсолютные противопоказания к выполнению МРТ. К абсолютным противопоказаниям относятся: ферромагнитные или электронные имплантаты среднего уха, кардиостимуляторы, к относительным - прочие стимуляторы (инсулиновые насосы, нервные стимуляторы), неферромагнитные имплантаты среднего уха, беременность, клаустрофобия.

- Исследование проводят одновременно с обеих сторон и оценивают положение головок нижней челюсти в привычной окклюзии, при опускании нижней челюсти, возможно исследование при различных функциональных пробах (например, при выдвигении нижней челюсти вперед) и динамическое исследование в различных фазах опускания нижней челюсти: от смыкания зубных рядов до максимального опускания нижней челюсти.
- Исследования проводят в режимах T1 и T2 с подавлением сигнала от жировой ткани.

- Изображения, сделанные в режиме T1, позволяют дифференцировать структуру диска и его положение в переднезаднем направлении (вентральное и дорзальное), латеральной крыловидной мышцы, связок, а также костные структуры. В этом режиме проводят исследование при открытом рте (для оценки подвижности внутрисуставных дисков и головок нижней челюсти) и во время кинематики сустава (для оценки положения дисков и головок нижней челюсти в различных фазах при опускании нижней челюсти).
- На изображениях, сделанных в режиме T2, четко выявляется жидкость в камерах сустава. Оцениваются боковое смещение диска (медиальное и латеральное), конфигурации и деформации головки нижней челюсти

Определение оссификации скелета

Исследование проводится в следующих целях:

- для определения времени начала ортодонтического лечения. Самым оптимальным периодом для проведения коррекции скелетных нарушений путем избирательного влияния на их рост является пубертатный скачок скелетного роста.
- для определения времени завершения ретенционного периода после проведенного лечения скелетной аномалии прикуса
- для определения времени проведения хирургического вмешательства с целью коррекции скелетной аномалии прикуса (после завершения скелетного роста)
- Скелетная зрелость подразумевает степень развития кости. Размер и созревание могут меняться независимо друг от друга. Скелетное созревание наиболее близко связано с половым созреванием. Во время роста каждая кость проходит серию изменений, что может быть зафиксировано при использовании рентгенологических методов исследования.
- Ортодонтические аппараты будут иметь желаемый эффект только при возможности роста пациента.

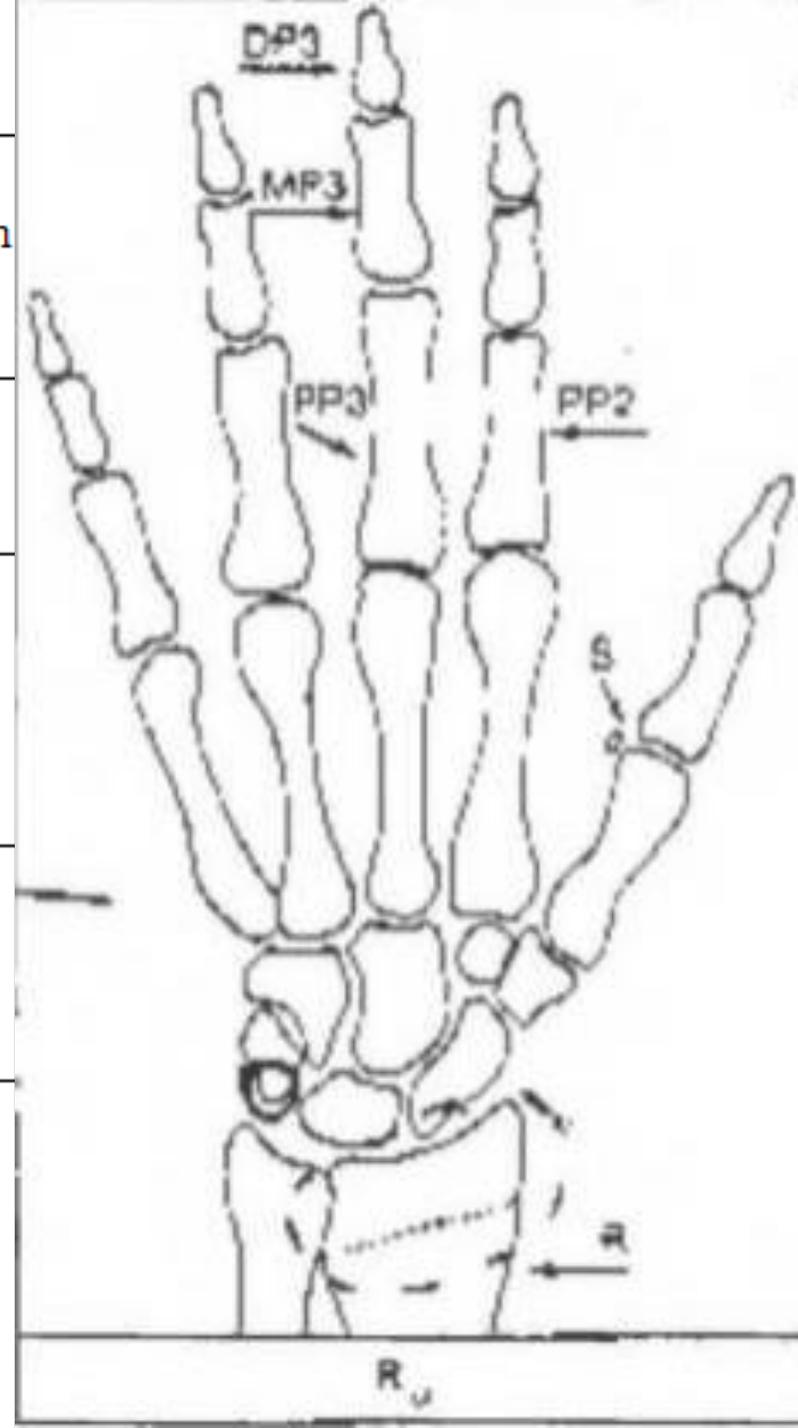
Рентгенограмма кисти руки

- Диафиз – это тело кости, эпифиз – суставной конец кости.
- Процесс оссификации протекает последовательно, а именно: вначале эпифиз одной ширины с диафизом (I степень оссификации; стадия равенства), далее эпифиз постепенно окружает диафиз подобно шапке (англ. *cap* - шапочка; это II степень оссификации). Заканчивается процесс оссификации (III степень) слиянием эпифиза и диафиза (англ. *union* - слияние)

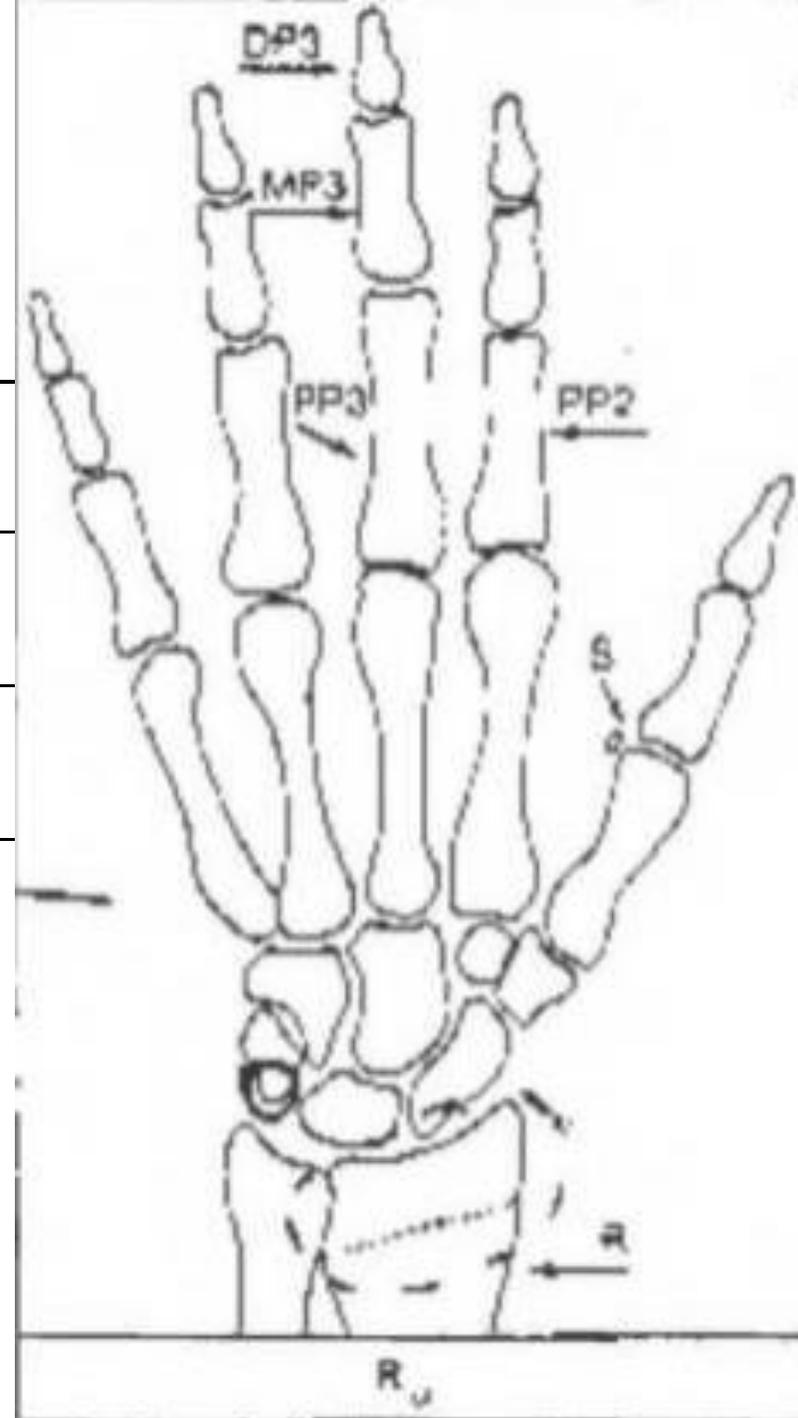


Таблица 1. Стадии окостенения при анализе рентгенограммы кисти руки

1.	PP2=	Эпифиз и диафиз проксимальной фаланги (PP) указательного пальца равной ширины.	Низкая скорость роста, перед максимумом роста в длину
2.	MP3=	Эпифиз и диафиз средней фаланги (MP) среднего пальца (3) одинаковой ширины	Предстоящий максимум роста в длину
3.	Pisi H1 R=	Видимое окостенение Os pisiforme Начало окостенения крючковидного отростка (Os hamatum) Одинаковая ширина эпифиза и диафиза лучевой кости	
4.	S H2	Видимое окостенение сесамовидной кости большого пальца Окостенение крючковидного отростка (Os hamatum) четко разграничено	
5.	MP3 cap PP1 cap R cap	Диафиз срединной фаланги среднего пальца инкапсулируется перед эпифизом Диафиз срединной фаланги кости большого пальца инкапсулируется перед эпифизом Диафиз лучевой кости инкапсулируется перед эпифизом	Фаза максимум роста в длину



6.	DP3 u	Эпифиз и диафиз дистальной фаланги 3-го пальца соединены	Максимум роста в длину прошел
7.	PP3 u	Эпифиз и диафиз проксимальной фаланги 3го пальца соединены	
8.	MP3 u	Эпифиз и диафиз срединной фаланги 3-го пальца соединены	Максимум роста превышен
9.	Ru	Эпифиз и диафиз соединены на лучевой кости	Увеличение роста завершено



Стадии созревания шейных позвонков

- С целью снижения лучевой нагрузки на пациента было предложено использовать индекс созревания шейных позвонков по ТРГ головы, выполненных в боковой проекции.
- Использование боковых изображений II, III и IV шейных позвонков позволило развить достоверное распределение пациентов в соответствии с показателем потенциала юношеского роста.
- Для практических врачей данный способ определения оссификации скелета наиболее удобен, поскольку ТРГ головы в боковой проекции является частью достаточного минимума при обследовании ортодонтического пациента.

Schematic representation	CS 1	CS 2	CS 3	CS 4	CS 5	CS 6
						
Inferior borders of C2, C3, and C4*	F, F, F	C, F, F	C, C, F	C, C, C	C, C, C	C, C, C
C3 morphology*	T	T	T	RH	S/RH	RV/RH
C4 morphology*	T	T	T/RH	RH	S/RH	RV/RH
Clinical implication	Prepubertal stage	Prepubertal ("get-ready") stage	Circumpubertal stage	Circumpubertal stage	Postpubertal stage	Postpubertal stage

- На основании морфологии C2, 3 и 4 можно определить шесть стадий созревания шейных позвонков. На первом этапе оценивается нижняя граница этих трех тел позвонков. В CS 1 нижняя поверхность всех трех тел позвонков плоская. В CS 2 нижняя граница C2 зазубрена или изогнута, при этом зазубрина нижней границы становится более очевидной с наступлением зрелости. На CS 3 аналогичные насечки можно наблюдать на C2 и C3. На CS 4, 5 и 6 выемки видны на нижней границе C2, 3 и 4

Schematic representation	CS 1	CS 2	CS 3	CS 4	CS 5	CS 6
						
Inferior borders of C2, C3, and C4*	F, F, F	C, F, F	C, C, F	C, C, C	C, C, C	C, C, C
C3 morphology*	T	T	T	RH	S/RH	RV/RH
C4 morphology*	T	T	T/RH	RH	S/RH	RV/RH
Clinical implication	Prepubertal stage	Prepubertal ("get-ready") stage	Circumpubertal stage	Circumpubertal stage	Postpubertal stage	Postpubertal stage

- Вторым этапом анализа является оценка формы C3 и C4. Эти тела позвонков меняют форму в типичной последовательности, переходя от трапециевидной к прямоугольной горизонтальной, к квадратной и к прямоугольной вертикальной. На стадиях CS 1 - CS 3 в большинстве случаев присутствует трапециевидная форма C3 и C4, но в CS 3 одно из тел позвонков у ограниченного числа испытуемых может иметь прямоугольную горизонтальную форму. C3 и C4 имеют прямоугольную горизонтальную форму, в CS 5 - квадратную, а в CS 6 - прямоугольную вертикальную. Как правило, CS 1 и CS 2 считаются препубертатными, CS 3 и CS 4 - околпубертатными, а CS 5 и CS 6 - постпубертатными.

- CS 1 имеет большое клиническое значение. Например, наше исследование показало, что идеальное время для применения лицевой маски в сочетании с быстрым расширением верхней челюсти (RME) - это CS 1. Максимальные скелетные изменения происходят в срединно-лицевой области на этом этапе, поскольку швы более раскрыты у молодого пациента. На поздних стадиях (например, CS 3 и CS 4) применение RME в сочетании с лицевой маской приводит к меньшим скелетным и большим зубоальвеолярным изменениям.

Стадия 1

- В CS 1 нижние границы тел позвонков от C2 до C4 плоские (или иногда слегка выпуклые). Третье и четвертое шейные тела трапециевидны по морфологии, принимая форму клина сыра (рис. 2), при этом задняя граница тела позвонков выше передней границы, а верхняя поверхность наклонена вниз и вперед. Эта стадия происходит примерно с момента прорезывания временных зубов не ранее, чем за 2 года до пика роста черепно-лицевого скелета. Следует отметить, что у некоторых молодых испытуемых C3 и C4 имеют прямоугольную форму и короткую вертикальную, напоминающую форму хоккейной шайбы в профиль



Четыре примера первого этапа CVM (CS 1). Обратите внимание, что нижние границы трех шейных отделов не имеют изгибов, а являются плоскими или слегка выпуклыми. Крючковидный отросток (uncus) виден на большинстве изображений. Эти отростки расположены по обеим сторонам верхней границы тел позвонков C3 и ниже. Это костные отростки, проецируемые вверх, которые воспринимаются небольшими углублениями на нижней поверхности соседнего позвонка. Крючковидные отростки не учитываются при определении стадий CVM.

Стадия 2

- CS 2 характеризуется видимой выемкой вдоль нижней границы второго (odontoid process). Нижняя граница тел третьего и четвертого позвонков остается плоской. И C3, и C4 сохраняют трапециевидную форму (клин сыра). CS 2 можно считать "подготовительной" стадией, так как пик роста нижней челюсти должен начаться в течение года после этой стадии



Четыре примера второго этапа CVM (CS 2). Выемка находится вдоль нижней границы зубовидного отростка (C2). Тело позвонков C3 и C4 имеют форму клина или трапеции.

Стадия 3

- CS 3 характеризуется видимой выемкой в области нижних границ C2 и C3; нижняя граница C4 остается плоской (рис. 4). Большинство тел C3 и C4 все еще сохраняют трапециевидную форму. В некоторых случаях, однако, либо C3, либо C4 имеют более прямоугольную горизонтальную форму. Следует помнить, что разница между этапами постепенная, а не резкая, поэтому говорить о том, что кто-то является поздним CS 3 или ранним CS 4, уместно в зависимости от морфологии переходного периода третьего и четвертого позвонков. На этом этапе предполагается максимальная скорость роста черепно-лицевой системы.



Третий этап CVM (CS 3). На нижней границе C2 и C3 имеются четкие выемки. Одно или оба тела третьего и четвертого шейных позвонков все еще имеют трапециевидную форму, что позволяет легко отличить CS 3 от CS 4.

Стадия 4

- В CS 4 все три тела имеют явные вогнутости вдоль их нижних поверхностей, поэтому более важным фактором сейчас является форма C3 и C4. В CS 4 оба тела позвонков имеют прямоугольную горизонтальную, а не трапециевидную форму. Легче всего запомнить этот этап как "кусочек мыла", потому что тела как C3, так и C4 принимают эту хорошо известную форму (рис. 6). Или же знакомое прямоугольное изображение кредитной карточки (Рис. 7) - еще один способ визуализации этого этапа. Во время CS 4 можно ожидать продолжения ускоренного черепно-лицевого роста.



Четвертый этап CVM (CS 4). Отличительные выемки присутствуют во всех позвонках C2-4. Тело C3 и C4 имеют форму прямоугольника по горизонтали.

Стадия 5

- CS 5 можно отличить от CS 4 по форме C3 и C4, причем эти тела становятся квадратными (рис. 8). По крайней мере, одно из тел C3 и C4 имеет квадратную форму. Если не квадратное, то тело другого шейного позвонка является прямоугольным по горизонтали. Все три шейных тела имеют выемки, поэтому наличие выемки уже не является важным критерием при дифференциальной диагностике. Мы обнаружили, что эту стадию легко запомнить как стадию "маршмеллоу" (рис. 9), поскольку форма тел позвонков теперь напоминает мягкие, белые, пухлые кондитерские изделия, которые так часто можно увидеть на летних кострах в Соединенных Штатах и других странах. При достижении этой стадии наблюдается наиболее существенный черепно-лицевой рост.



Пятый этап CVM (CS 5). Тела C3 и C4 теперь квадратные, а задняя высота равна ширине.

Стадия 6

- По нашему опыту, наиболее сложным этапом является определение CS 6, требующее измерения длины задней и нижней границ C3 и C4. В CS 6 по крайней мере одно из тел C3 или C4 приняло прямоугольную вертикальную форму(рис. 10), при этом длина задней границы была больше длины нижней границы. Если форма отличается от прямоугольной вертикальной, то тело другого шейного позвонка имеет квадратные очертания. Кроме того, кортикальная кость выглядит лучше выраженной в CS 6, чем в CS 5. Сообщалось, что 17% женщин никогда не достигают CS 6. На данном этапе пациента можно оценить на предмет корректирующей челюстной хирургии или установки внутрикостных имплантатов в эстетической области.



Шестой этап CVM (CS 6). Тела C3 и C4 теперь имеют прямоугольную вертикальную форму (т.е. большую длину в задней части, чем в нижней).



(A-D) Четыре примера промежуточных стадий, в которых наблюдаются морфологические характеристики двух соседних стадий CVM. (A) CS 2-3. (B) CS 3-4. (C) CS 4-5. (D) CS 5-6.

- На рис.А показано изображение С2, 3 и 4, в котором происходит переход от CS 2 к CS 3. Слабая выемка наблюдается на нижней границе С2, и начало выемки на С3. Этот этап можно описать как CS 2-3 или, в качестве альтернативы, поздний CS 2.
- На рис.В показаны признаки как CS 3, так и CS 4. Тела выше, чем типичные для CS 3, но С4 все еще обладает характеристиками трапециевидной формы. Минимальная выемка наблюдается вдоль нижней границы С4. Это изображение можно описать как поздние CS 3 или CS 3-4. Аналогично, на Рис.С показан С3 с квадратной формой, но С4 имеет прямоугольную горизонтальную форму. Стадия для этого изображения может быть CS 4-5, поздняя С4 или ранняя С5. Аналогичная ситуация показана на Рис.Д, где С3 имеет прямоугольную вертикальную форму, а С4 - квадратную, таким образом, еще один промежуточный пример.

Спасибо за внимание!

Список использованной литературы

- Ортодонтия. Диагностика и лечение зубочелюстно-лицевых аномалий и деформаций : учебник / Л. С. Персин [и др.]. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2022. - 640 с. - ISBN 978-5-9704-6891-3. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970468913.html> (дата обращения: 4.10.2023).
- Ортодонтия. Диагностика и функциональные методы профилактики и лечения зубочелюстно-лицевых аномалий : учебное пособие / Ф. Я. Хорошилкина ; под ред. Э. А. Базикиана. - Москва : Литтерра, 2022. - 552 с. - ISBN 978-5-4235-0376-5. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785423503765.html> (дата обращения: 30.09.2023).
- Ортодонтические аппараты / Т. К. Шкавро, И. А. Павлова ; ФГБОУ ВО ИГМУ Минздрава России, Кафедра стоматологии детского возраста. – Иркутск : ИГМУ, 2017. – 32 с Текст : электронный: [сайт]. - URL : https://mir.ismu.baikal.ru/src/downloads/73ffc9bc_ortodonticheskie_apparaty.pdf (дата обращения: 4.10.2023).
- Избранные лекции по ортодонтии: Пособие / Е.В.Кузьменко, Н.И.Колечкина, Р.В.Мозжарова, О.В.Пузырь - Витебск: ВГМУ, 2013. -210 С. Текст : электронный: [сайт]. - https://elib.vsmu.by/bitstream/123/6964/1/Kuz%27menko-EV_Izbrannye%20lektsii%20po%20ortodontii_2013.pdf (дата обращения: 3.10.2023).
- Меграбян Ольга Андреевна, Конькова Александра Михайловна Особенности лечения пациентов с дистальной окклюзией зубных рядов в различные возрастные периоды (обзор литературы) // Acta Medica Eurasica. 2018. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-lecheniya-patsientov-s-distalnoy-okklyuziey-zubnyh-ryadov-v-razlichnye-vozzrastnye-periody-obzor-literatury> (дата обращения: 04.10.2023).