

МЕТОДИКА ОБРАБОТКИ ДАННЫХ МУЛЬТИСПИРАЛЬНОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ У ПАЦИЕНТОВ С АНОМАЛИЯМИ ЗУБОЧЕЛЮСТНОЙ СИСТЕМЫ

Гордина Г.С.¹, Серова Н.С.¹, Дробышев А.Ю.²,
Глушко А.В.², Фоминых Е.В.¹

Диагностика аномалий развития зубочелюстной системы и планирование ортогнатических операций на сегодняшний день базируется на основании применения лучевых методов исследования таких, как ортопантомография, телерентгенография головы, мультиспиральная компьютерная томография, магнитно-резонансная томография. Несмотря на широкое применение мультиспиральной компьютерной томографии у данной группы пациентов, ни у челюстно-лицевых хирургов, ни у рентгенологов не существует единого стандартизированного подхода к обработке изображений МСКТ.

Цель исследования. Оценить возможности использования и провести систематизацию данных компьютерной томографии. Смоделировать протокол обработки данных компьютерной томографии у пациентов с врожденными аномалиями развития зубочелюстной системы.

Материалы и методы. В исследовании приняли участие 84 пациента (64 пациента с мезиальной окклюзией и 20 пациентов с дистальной окклюзией). Компьютерная томография скелета лица проводилась всем пациентам до хирургического вмешательства. На рабочей станции у всех пациентов проводили построение двух- и трехмерных реконструкций в различных режимах.

Результаты. У всех 84 пациентов (100%) было проведено построение трехмерных реконструкций в мягкотканном и костном режимах, режиме «зубная система», 3D-MIP. У 12 пациентов (14 %), у которых впоследствии планировалось проведение одномоментной ортогнатической операции и риносептопластики, были проведены построения в режиме «воздухоносные пути». Построение двухмерных реконструкций (MPR, curved-MPR) было проведено у всех пациентов (n=84, 100%).

Выводы. Мультиспиральная компьютерная томография является обязательным и наиболее информативным рентгенологическим методом исследования у пациентов с аномалиями зубочелюстной системы. Для детальной оценки патологии и планирования хирургического лечения необходимо использование как трехмерных, так и двухмерных реконструкций в различных режимах.

Ключевые слова: мультиспиральная компьютерная томография, МСКТ, МСКТ в ЧЛХ, челюстно-лицевая хирургия, ортогнатическая хирургия.

POSTPROCESSING OF MSCT DATA IN PATIENTS WITH DENTOFACIAL ANOMALIES

Gordina G.S.¹, Serova N.S.¹, Glushko A.V.², Drobyshev A.U.², Fominykh E.V.¹

Nowadays the diagnosis of dentofacial anomalies and orthognathic surgery planning are based on different imaging modalities such as orthopantomography, telerentgenography, multislice computed tomography and magnetic resonance imaging. Despite the widespread use of multislice computed tomography in this group of patients, neither maxillofacial surgeons, nor radiologists have standardized approach to MSCT image processing.

Aim. To assess the possibilities of MSCT and to systematize the data. To design CT data processing protocol for patients with congenital dentofacial anomalies.

Materials and methods. 84 patients were included in the study (64 patients with mesial and 20 patients with distal malocclusion). Computed tomography of the facial skeleton was performed prior to surgery. We made two- and three-dimensional reconstructions in various

2 – ГБОУ ВПО Первый МГМУ им. И. М. Сеченова. Научно-образовательный клинический центр «Гибридных технологий лучевой медицины».
2 – ГБОУ ВПО МГМСУ им. А.И. Евдокимова. Кафедра челюстно-лицевой хирургии.
г. Москва, Россия

1 - I.M. Sechenov First Moscow State Medical University. Research department "Hybrid technologies in radiology" Department of radiology. University Hospital No. 1.
2 - A.I. Evdokimov Moscow State Medical and Dental University. Department of maxillofacial surgery.
Moscow, Russia

modes.

Results. 3D-MIP and three-dimensional reconstructions were made for all 84 patients (100%) in soft tissue, bone and «dental system» modes. We used additional «airways» mode in 12 patients (14%), who underwent simultaneous orthognathic surgery and rhinoplasty. Two-dimensional reconstructions (MPR and curved-MPR) were performed in all patients (n = 84, 100%).

Conclusion. Multislice computed tomography is mandatory and the most informative diagnostic imaging modality for patients with congenital dentofacial anomalies. It is important to use both three- and two-dimensional reconstructions in various modes for the detailed assessment of pathology and surgical treatment planning.

Keywords: multislice computed tomography, MSCT, MSCT in MFS, maxillo-facial surgery, orthognathic surgery.

Среди всех стоматологических заболеваний аномалии развития зубочелюстной системы занимают одно из ведущих мест [1, 2, 3], и до 15 % случаев данная патология требует хирургического лечения (по данным Национального института стоматологии США) [1]. Принципы лечения аномалий развития зубочелюстной системы зависят от степени выраженности и возраста пациента [1, 2, 3], и включают в себя комплексное лечение, состоящее из двух направлений — ортодонтического и

хирургического (ортогнатическая операция). При патологии зубной системы зачастую достаточно ортодонтического лечения, но при скелетных формах, когда наблюдается диспропорция развития челюстей, показано ортодонтическое и хирургическое лечение [1, 2, 3].

Хирургическое лечение пациентов с аномалиями зубочелюстной системы состоит в получении правильного окклюзионного соотношения. Для этого проводят остеотомии верхней и/или нижней челюстей с последующим их пе-

1	Этап первичной консультации и составления плана лечения	<ul style="list-style-type: none"> • сбор анамнеза заболевания • внешний осмотр • стоматологический осмотр • фотографирование • <i>ортопантомография</i> • <i>телерентгенография</i> • <i>МРТ ВНЧС (при патологии ВНЧС)</i>
2	Этап ортодонтического лечения	<ul style="list-style-type: none"> • изготовление гипсовых моделей зубных рядов • <i>ортопантомография</i> • <i>телерентгенография</i>
3	Этап госпитализации и предоперационной подготовки	<ul style="list-style-type: none"> • общеклиническое обследование • стоматологический осмотр • осмотр полости носа • фотографирование • <i>ортопантомография</i> • <i>телерентгенография</i> • <i>МСКТ</i> • изготовления операционных сплинтов
4	Этап раннего послеоперационного периода (до 2-х недель)	<ul style="list-style-type: none"> • внешний осмотр • стоматологический осмотр • осмотр полости носа • фотографирование • <i>ортопантомография</i> • <i>телерентгенография</i>
5	Этап позднего послеоперационного периода	<ul style="list-style-type: none"> • внешний осмотр • стоматологический осмотр • фотографирование • осмотр полости носа • <i>МСКТ</i>

Рис. 1. План стандартного протокола клинического обследования пациентов с аномалиями развития зубочелюстной системы на различных этапах комплексного лечения.



Рис. 2,а



Рис. 2,б



Рис. 2,в

Рис. 2. МСКТ. Трехмерные реконструкции в режиме мягких тканей.

(а - вид справа, б - вид спереди, в - вид слева). Пациентка Е., 40 лет. Диагноз: III класс развития аномалии зубочелюстной системы, мезиальная окклюзия. Врожденная деформация костного и хрящевого отделов носа.

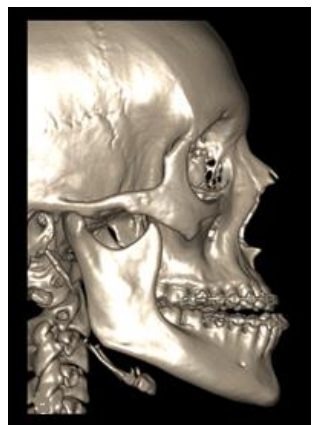


Рис. 3,а



Рис. 3,б



Рис. 3,в

Рис. 3. МСКТ. Трехмерные реконструкции в костном режиме.

(а - вид справа, б - вид спереди, в - вид слева). Пациентка Е., 40 лет. Диагноз: III класс развития аномалии зубочелюстной системы, мезиальная окклюзия. Врожденная деформация костного и хрящевого отделов носа.



Рис. 4,а

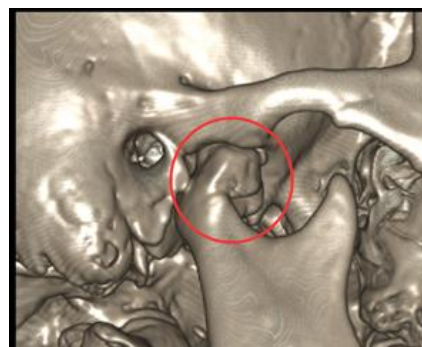


Рис. 4,б

Рис. 4. МСКТ. Трехмерные реконструкции области височно-нижнечелюстных суставов в костном режиме (область сустава выделена внутри красного круга).

а — левый височно-нижнечелюстной сустав, патологии не выявлено. б — правый височно-нижнечелюстной сустав, определяется увеличение размеров и деформация правого мыщелкового отростка нижней челюсти. Пациентка Д., 37 лет. Диагноз: гиперплазия правого мыщелкового отростка.

ремещением и фиксацией [1, 2]. Ортодонтическое лечение также является обязательным у данной группы пациентов и проводится на предоперационном этапе с целью подготовки зубных рядов и в послеоперационном периоде для коррекции окклюзионных контактов [1, 2, 3].

Для получения оптимального результата хирургического лечения необходима детальная оценка патологии и проведение точных расчетов для последующего перемещения челюстей (планирование хирургического этапа лечения) [1, 2]. Диагностика аномалий развития зубочелюстной системы и планирование ортогнатической операции на сегодняшний день базируется на основании применения лучевых методов исследования таких, как ортопантомография, телерентгенография головы, мультиспиральная компьютерная томография [1, 2, 3] и, при наличии патологии височно-нижнечелюстных суставов, магнитно-резонансная томография [2, 4].

На рисунке 1 представлен план стандартного протокола клинического обследования пациентов с аномалиями развития зубочелюстной системы на различных этапах комплексного лечения [5], где наглядно можно оценить частоту использования лучевых методов обследования и их этапность.

Как видно из плана стандартного клинического обследования пациента с аномалиями развития зубочелюстной системы, лучевые методы обследования представлены достаточно широко и применяются на каждом этапе лечения.

Ортопантомография (ОПТГ) применяется у данной группы пациентов на различных этапах лечения для оценки костной ткани челюстей, состояния зубов, периодонта и парадонта, она дает возможность проследить каналы нижнечелюстных нервов, элементов височно-нижнечелюстных суставов, верхнечелюстных пазух [4, 6, 7]. Данный метод исследования является доступным и относительно дешевым, но не смотря на все эти достоинства, он не лишен недостатков и имеет свои ограничения. ОПТГ дает возможность получить лишь двухмерное изображение, которое является увеличенным, резкость некоторых деталей снижена, возможны артефакты [4, 6, 7]. Для получения качественного изображения очень важно правильное положение пациента во время исследования [4, 6, 7].

Телерентгенография головы (ТРГ) в обязательном порядке выполняется всем пациентам с аномалиями развития зубочелюстной системы на различных этапах лечения. Исследования проводят в прямой и боковой проекциях. ТРГ дает возможность оценить анатомию лицевого скелета [1, 4, 6, 8], провести планирование

и оценку ортодонтического и хирургического этапов лечения [1, 2, 3, 9, 10]. Для планирования лечения пациентов с аномалиями зубочелюстной системы на основании данных ТРГ проводят цефалометрический анализ, который заключается в расчете угловых и линейных величин между различными мягкотканными и твердотканными точками [1, 2, 3, 9, 10]. На сегодняшний день различными фирмами разработаны специальные программные обеспечения для проведения цефалометрического анализа. ТРГ также является доступным и относительно дешевым методом исследования, но имеет ограничения: изображение является суммационным и двухмерным [4, 6, 9, 10]. Для получения качественного изображения очень важно правильное положение пациента во время исследования, так как точность проводимого цефалометрического анализа во многом зависит от качества выполненного снимка.

Мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ) занимает все более прочные позиции в протоколе обследования пациентов с аномалиями зубочелюстной системы. При данном виде исследования врач получает изображение в реальном масштабе и имеет возможность визуализировать костные и мягкотканые структуры головы не только в двухмерном, но и трехмерном видах [4, 8, 10, 11]. Также МСКТ дает возможность точно оценить линейные, объемные, угловые величины, рентгенологическую плотность [10, 11, 12, 13]. К недостаткам МСКТ относят высокую стоимость исследования и высокую лучевую нагрузку.

На сегодняшний день, несмотря на все более широкое применение МСКТ в диагностике и планировании хирургического лечения пациентов с аномалиями развития зубочелюстной системы, у челюстно-лицевых хирургов не существует единого подхода к применению данных компьютерной томографии [11, 12, 13]. Эта же проблема касается и рентгенологов, так как не разработаны единые стандартизированные протоколы обработки и описания данных МСКТ пациентов с аномалиями развития зубочелюстной системы.

Цель исследования.

Оценить возможности использования и провести систематизацию данных компьютерной томографии. Смоделировать протокол обработки данных компьютерной томографии у пациентов с врожденными аномалиями развития зубочелюстной системы.

Материалы и методы исследования.

Было обследовано 84 пациента с аномалиями развития зубочелюстной системы (среди них 63 женщины (75%) и 21 мужчина (25%)). Возраст пациентов составил от 16 до 45 лет, средний возраст - 25 лет. В зависимости от типа окклюзии в сагиттальной плоскости пациен-

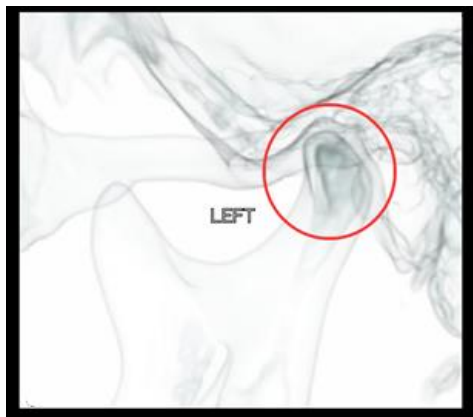


Рис. 5,а



Рис. 5,б

Рис. 5. МСКТ. Трехмерные реконструкции области височно-нижнечелюстных суставов (область сустава выделена внутри красного круга).

а — левый височно-нижнечелюстной сустав, патологии не выявлено. б — правый височно-нижнечелюстной сустав, определяется увеличение размеров и деформация правого мыщелкового отростка нижней челюсти. Пациентка Д., 37 лет. Диагноз: гиперплазия правого мыщелкового отростка.



Рис. 6,а

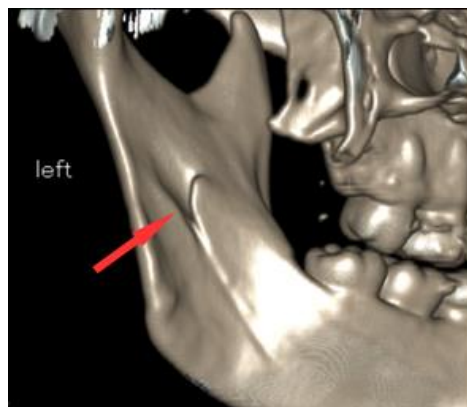


Рис. 6,б

Рис. 6. МСКТ. Трехмерные реконструкции в костном режиме.

Определяются нижнечелюстные отверстия каналов правого (а) и левого (б) нижнечелюстных нервов (указаны стрелками).

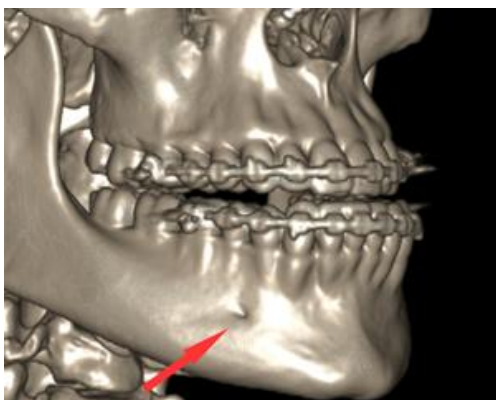


Рис. 7,а

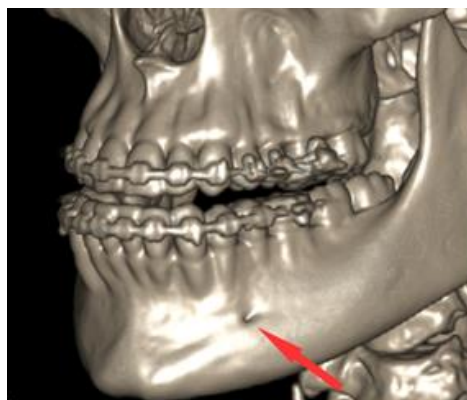


Рис. 7,б

Рис. 7. МСКТ. Трехмерные реконструкции в костном режиме.

Определяются подбородочные отверстия каналов правого (а) и левого (б) нижнечелюстных нервов (указаны стрелками).

ты были разделены следующим образом: с дистальной окклюзией - 20 человек (24 %), с мезиальной окклюзией - 64 человека (76%). У 16 пациентов (19%) из обеих групп наблюдалась несимметричная деформация челюстей. Всем пациентам (n=84; 100%) в последствие были выполнены двучелюстные операции (остеотомия верхней челюсти по типу Ле Фор I, межкортикальная остеотомия нижней челюсти). 12 пациентам (14%) выполнялась гениопластика, также 12 пациентам (14%) проводили риносептопластику.

Всем пациентам (n=84; 100%) до хирургического лечения была проведена мультиспиральная компьютерная томография лицевого скелета. МСКТ выполнялась на аппарате Toshiba Aquilion ONE с 320 рядами детекторов. Исследование выполнялось в положении пациента лежа на спине, плоскость физиологической горизонтали располагалась параллельно плоскости томографии. Исследование проводилось в положении закрытого рта. Для правильного положения головы использовался головной фиксатор и предварительная световая разметка. Технические характеристики томографирования: mAs - 100-120, kV - 120. Толщина среза - 0,5 мм. КТ выполняли в спиральном и в объемном режимах (зона исследования не более 16 см за один оборот трубки). Использовали костную (толщина среза 0,5 мм) и мягкотканную (толщина среза 1 мм) реконструкции.

На рабочей станции проводилась обработка полученных данных с построением трехмерных и двухмерных реконструкций.

Трехмерные реконструкции давали возможность оценить строение лицевого скелета в целом, что крайне важно при данной патологии, особенно у пациентов с несимметричными деформациями. На основании трехмерных реконструкций с помощью специальных компьютерных программ у 16 пациентов (19%) проводили виртуальные операции для планирования предполагаемых твердотканых и мягкотканых перемещений.

Двухмерные реконструкции давали возможность оценить структуру костной ткани челюстей, состояние зубов, периодонта, парадонта, анатомию хода каналов нижнечелюстных нервов, височно-нижнечелюстные суставы, околоносовые пазухи, полость носа.

Наиболее информативные изображения (трехмерные, двухмерные реконструкции) выносились рентгенологом на снимки, их данные использовались челюстно-лицевым хирургом на этапе повторной консультации и, при необходимости, во время хирургического вмешательства. Исследование записывалось на диск в формате DICOM, данные использовались хирургом для детальной оценки патологии, планирования хирургического этапа лечения, проведе-

ния виртуальных операций.

Результаты исследования.

Мультиспиральная компьютерная томография была выполнена всем пациентам (n=84, 100%) до хирургического лечения.

В процессе обработки полученных данных всем пациентам (n=84, 100%) было выполнено построение трехмерных реконструкций, использовались следующие режимы:

1. Режим мягких тканей (Рис. 2 (а - в)). Построение изображений в режиме мягких тканей проводилось всем пациентам анфас и в профиль (с правой и левой стороны) (n=84, 100%).

Данный режим использовался для анализа пропорций и профиля лица, оценки симметричности жевательных мышц.

2. Костный режим (Рис. 3 (а - в)). Построение изображений в костном режиме проводилось всем пациентам анфас и в профиль (с правой и левой стороны) (n=84, 100%).

Данный режим использовался для оценки костных структур лицевого скелета, оценки особенностей зубочелюстной аномалии.

Также у всех пациентов (n=84, 100%) в костном режиме проводилось построение области височно-нижнечелюстных суставов для визуальной оценки их формы, размеров, расположения головки мышечного отростка нижней челюсти относительно суставной ямки (Рис. 4 (а, б), Рис. 5 (а, б)).

У всех пациентов в обязательном порядке в костном режиме проводилось построение нижнечелюстных и подбородочных отверстий каналов нижнечелюстных нервов. Их четкая локализация очень важна во избежание повреждения нижнечелюстных нервов во время операции (межкортикальная остеотомия нижней челюсти) (Рис. 6 (а, б), 7 (а, б)). Для оценки хода самих каналов нижнечелюстных нервов использовались двухмерные реконструкции в режиме криволинейных реконструкций (curved-MPR) (Рис. 8 (а, б)).

3. Режим «зубная система» (Рис. 9 (а, б)). Построение изображений в режиме «зубная система» проводилось всем пациентам анфас и в профиль (с правой и левой стороны) (n=84, 100%).

Данный режим использовался для оценки формы, размеров и положения зубов. При выявлении дистопированных ретенированных зубов данный режим давал возможность не только четко локализовать сам зуб, но и оценить его расположение относительно корней рядом расположенных зубов.

4. Режим «воздухоносные пути» (Рис. 10 (а)). Построение изображений в режиме «воздухоносные пути» было выполнено только пациентам, у которых планировалось проведение одномоментной ортогнатической операции и ри-

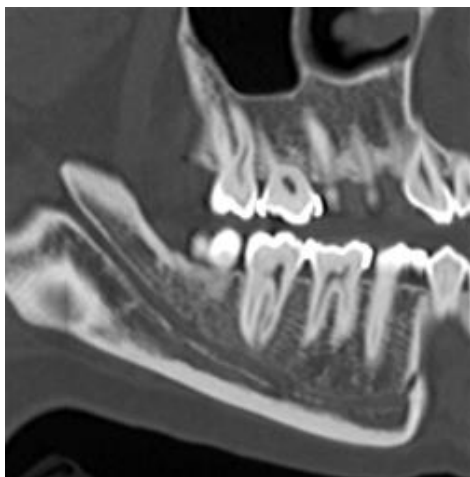


Рис. 8,а

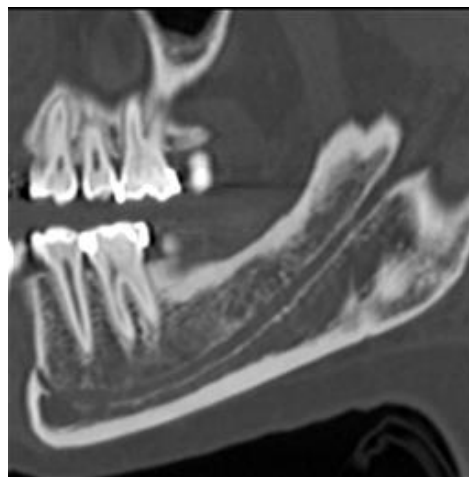


Рис. 8,б

Рис. 8. МСКТ. Криволинейные реконструкции (curved-MPR) каналов правого (а) и левого (б) нижнечелюстных нервов.



Рис. 9,а



Рис. 9,б

Рис. 9. МСКТ. Трехмерные реконструкции в режиме «зубная система» (а — вид слева, б — вид спереди).

Пациентка Э., 26 лет. Диагноз: III класс развития аномалии зубочелюстной системы, мезиальная окклюзия. Определяется дистопированный ретенированный зуб на уровне корней 21-24 зубов.

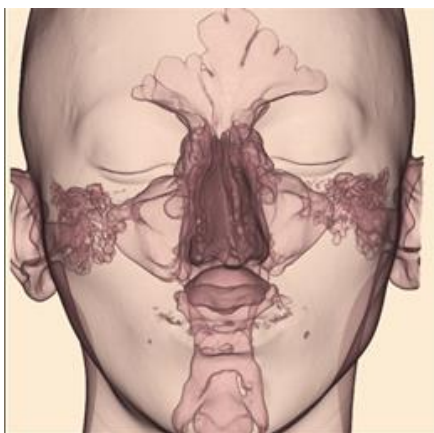


Рис. 10,а

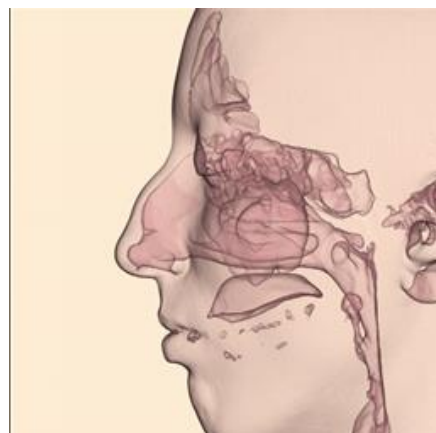


Рис. 10,б

Рис. 10. МСКТ. Трехмерные реконструкции. Режим «воздухоносные пути» (а - вид спереди, б - вид сбоку).

Пациентка М., 28 лет. Диагноз: II класс развития аномалии зубочелюстной системы, дистальная окклюзия. Врожденная деформация костного и хрящевого отделов носа.

носептопластики (n=12, 14%). Данный режим использовался для визуальной оценки верхних дыхательных путей, околоносовых синусов.

5. Режим 3-Д проекции максимальной интенсивности (3D-MIP) (Рис. 10 (б)). Построение изображений в режиме 3D-MIP проводилось всем пациентам (n=84, 100%). Данный режим использовался для создания изображения-аналога телерентгенограммы и впоследствии применялся для проведения цефалометрического анализа. Достоинством данного режима является возможность выставить структуры лицевого скелета максимально ровно относительно друг друга, что снижает возможность ошибок при проведении расчетов.

В процессе обработки данных МСКТ всем пациентам (n=84, 100 %) было выполнено построение двумерных реконструкций, использовались следующие режимы:

1. Мультипланарные реконструкции (MPR) в аксиальной, коронарной, сагиттальной и косых плоскостях. Данный режим использовался для оценки височно-нижнечелюстных суставов (ВНЧС), околоносовых синусов, полости носа, отдельных зубов.

Мультипланарные реконструкции височно-нижнечелюстных суставов (ВНЧС) строились у всех пациентов (n=84, 100%), количество изображений варьировало в зависимости от патологии (Рис. 11 (а - г)). Данный режим использовался для оценки размеров, формы, костной структуры суставной ямки, головки мышечного отростка нижней челюсти, для оценки суставной щели. При необходимости (n=6, 7%) дополнительно проводили исследование с открытым ртом для оценки степени и направления смещения суставной головки относительно суставного бугорка.

Мультипланарные реконструкции околоносовых синусов и полости носа строились только у пациентов с выявленными изменениями (n=60, 71%), количество изображений варьировало в зависимости от патологии.

Мультипланарные реконструкции зубов строились только у пациентов с выявленными изменениями (n=70, 83%), количество изображений варьировало в зависимости от патологии (Рис. 12 (а - в)). Обязательно проводилась нумерация выведенного зуба (например, 14).

2. Криволинейные реконструкции (curved-MPR). Данный режим использовался для оценки

каналов нижнечелюстных нервов на всем протяжении (Рис. 8), верхней и нижней челюстей (панорамная картина зубной системы) (Рис. 13 (а, б)). Построение криволинейных реконструкций проводилось у всех обследованных пациентов (n=84, 100%).

Обсуждение полученных результатов.

На основании проведенного исследования, мы пришли к выводу, что мультиспиральная компьютерная томография на сегодняшний день является наиболее полным методом обследования пациентов с аномалиями зубочелюстной системы. В отличие от телерентгенографии и ортопантомографии, мультиспиральная компьютерная томография позволяет визуализировать структуры лицевого скелета в трехмерном объемном виде, что дает возможность челюстно-лицевому хирургу оценить саму зубочелюстную аномалию (особенности формы и размеров челюстей, симметричность поражения, тип окклюзии зубных рядов, особенности зубов, состояние височно-нижнечелюстных суставов), а также спланировать хирургический этап лечения (оценка расположения каналов нижнечелюстных нервов, цефалометрический анализ, проведение виртуальных операций).

В протоколе обработки и описания данных МСКТ пациентов с врожденными зубочелюстными аномалиями для получения полной картины патологии является необходимым использование трехмерных и двумерных реконструкций. Они дают возможность детально оценить структуру челюстей, зубов, состояние височно-нижнечелюстных суставов, околоносовых синусов, полости носа, а также проследить ход каналов нижнечелюстных нервов на всем протяжении.

Выводы.

Мультиспиральная компьютерная томография на сегодняшний день является обязательным и наиболее информативным рентгенологическим методом исследования у пациентов с аномалиями зубочелюстной системы и должна быть проведена на этапе подготовки к хирургическому этапу лечения. Для детальной оценки патологии и планирования хирургического лечения необходимо использование как трехмерных, так и двумерных реконструкций в различных режимах.

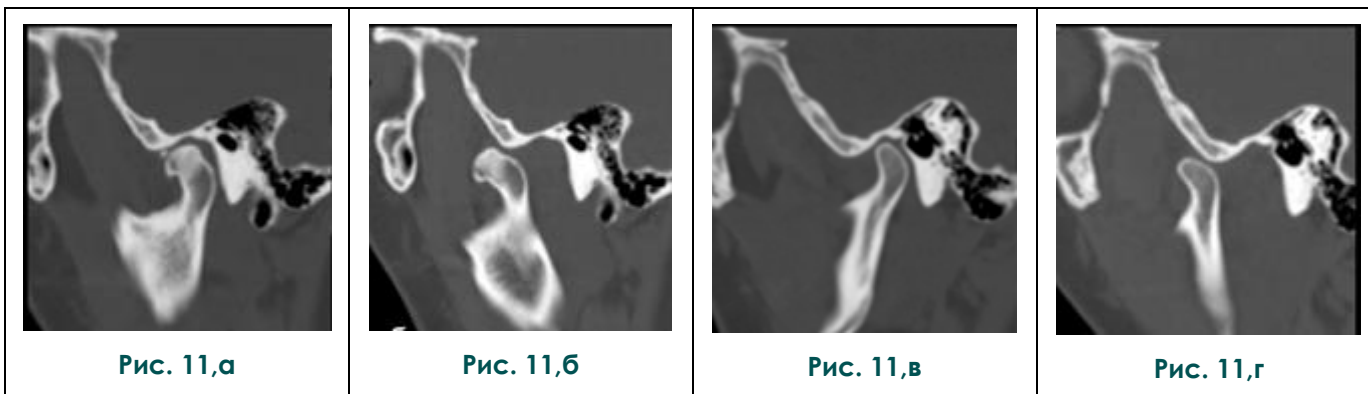


Рис. 11,а

Рис. 11,б

Рис. 11,в

Рис. 11,г

Рис. 11. МСКТ. Мультипланарные реконструкции (MPR) височно-нижнечелюстных суставов. Косо-сагиттальные проекции.

а - правый ВНЧС в положении привычной окклюзии; б - правый ВНЧС в положении открытого рта; в - левый ВНЧС в положении в положении привычной окклюзии; г - левый ВНЧС в положении открытого рта. Пациентка Д., 37 лет. Диагноз: Гиперплазия правого височно-нижнечелюстного сустава.

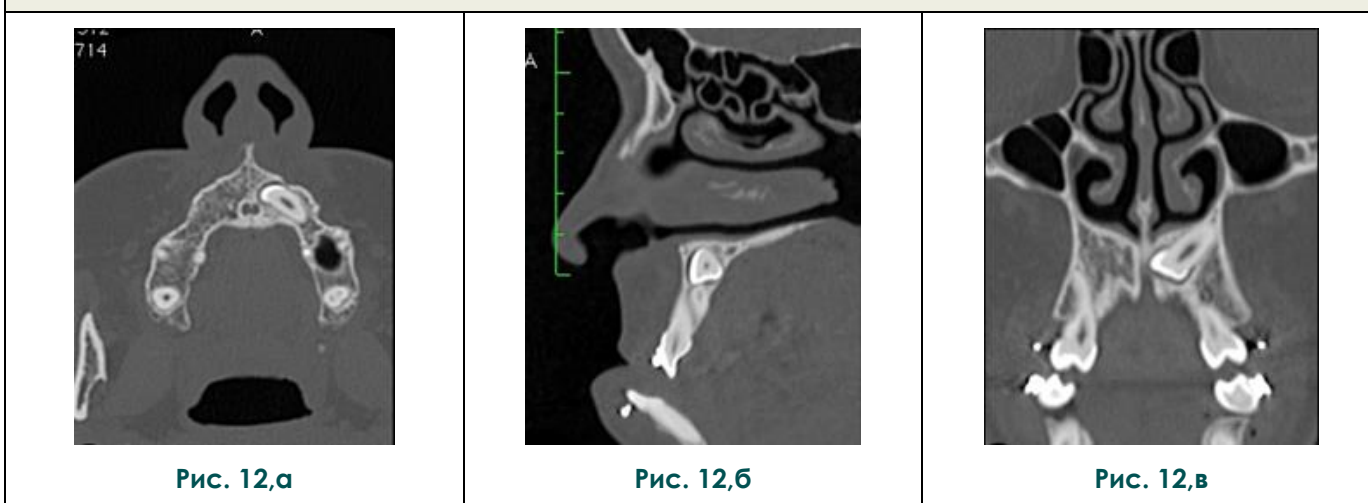


Рис. 12,а

Рис. 12,б

Рис. 12,в

Рис. 12. МСКТ. Мультипланарные реконструкции (MPR) зубов.

(а - аксиальная, б -сагиттальная, в - коронарная проекции области ретенированного дистопированного зуба).

Пациентка Э., 24 года. Диагноз: III класс скелетной аномалии развития челюстей, мезиальная окклюзия, чрезмерное развитие нижней челюсти.

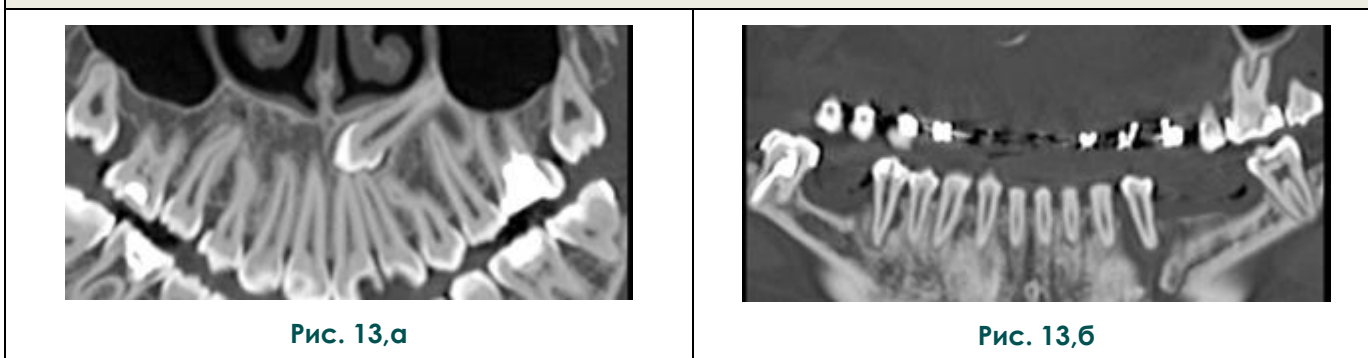


Рис. 13,а

Рис. 13,б

Рис. 13. МСКТ.

(а - криволинейная реконструкция (curved-MPR) верхней челюсти).

Пациентка Э., 24 года с врожденной зубочелюстной аномалией. Определяется дистопированный ретенированный зуб у корней 21-24 зубов.

б - криволинейная реконструкция (curved-MPR) нижней челюсти. Пациентка М., 25 лет, с врожденной зубочелюстной аномалией. Определяется частичная вторичная адентия.

Список литературы:

1. Дробышев А.Ю., Анастасов Г. Основы ортогнатической хирургии. — Москва: Печатный город, 2007. — 55 с.
2. Проффит У.Р. Современная ортодонтия. Перевод с английского. — М.: МЕДпресс-информ, 2006. — 559 с.
3. Персин А.С. Ортодонтия. Современные методы диагностики зубочелюстно-лицевых аномалий. — Москва: ООО «ИЗПЦ «Информкнига», 2007. — 248 с.
4. Паслер А.Ф., Виссер Х. Рентгенодиагностика в практике стоматолога. Пер. с нем. яз. — М.: МЕДпресс-информ, 2007. — 352 с.
5. Глушко А.В. Оценка морфометрических изменений верхних дыхательных путей у больных при проведении ортогнатических операций. Дис. ... к.м.н. — М., 2013.- 245 с.
6. Рентгенодиагностика в стоматологии / Под ред. Рабухиной Н.А., Аржанцева А.П. — М.: Медицина, 1999. — 452 с.
7. Аржанцев А.П. Диагностические возможности компьютерной ортопантомографии. Учебно-методические рекомендации. — М.: «Перемена», 2006. — 21 с.
8. Larheim T.A., Westesson P.-L. Maxillofacial imaging. — Springer, 2008. — 400 p.
9. Quintero J.C., Trosien A., Hatcher D., Kapila S. Craniofacial imaging in orthodontics: historical perspective, current status, and future developments // *Angle orthod.* — 1999. — Vol. 69. — P. 491-506.
10. Bholisithi W., Tharanon W., Chintakanon K., Komolpis R., Sinthanayothin C. 3D vs. 2D cephalometric analysis comparisons with repeated measurements from 20 Thai males and 20 Thai females // *Biomed Imaging Interv J.* — 2009. — Vol. 5(4) — P. 21-32
11. Rossini G., Cavallini C., Cassetta M., Barbato E.. 3D cephalometric analysis obtained from computed tomography. Review of the literature // *Ann Stomatol (Roma)*. — 2011. — Vol. 2. — P. 31-39.
12. Gateno J., Xia J.J., Teichgraeber J.F. A New Three-Dimensional Cephalometric Analysis for Orthognathic Surgery // *J Oral Maxillofac Surg.* — 2012. — Vol. 69. — P. 606-622.
13. Rooppakhun S., Piyasin S., Sitthiseriprati K, Ruangsitt C., Khongkankong W. 3D CT Cephalometric: A Method to Study Cranio-Maxillofacial Deformities // *Papers of Technical Meeting on Medical and Biological Engineering.* — 2006. — Vol. 6. — N. 75-94. — P. 85-89.