

Применение данных компьютерной томографии в диагностике и лечении пациентов с аномалиями зубочелюстной системы, сопровождающимися сужением верхней челюсти

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

¹ Научно-образовательный клинический центр “Гибридных технологий лучевой медицины” ГБОУ ВПО “Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова” Министерства здравоохранения России, Университетская клиническая больница №1, Москва, Россия

² Кафедра челюстно-лицевой хирургии ГБОУ ВПО “Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова” Министерства здравоохранения России, Москва, Россия

The Use of Computed Tomography Data in Diagnosis and Treatment of Patients with Malocclusion Accompanied by the Narrowing of the Maxilla

Gordina G.S.¹, Glushko A.V.², Klipa I.A.², Drobyshev A.Yu², Serova N.S.¹, Fomynikh E.V.¹

¹Research Department “Hybrid technology of radiation medicine” of I.M. Sechenov First Moscow State Medical University; Department of Radiology of University Hospital No. 1, Moscow, Russia

²Moscow State University of Medicine and Dentistry, Moscow, Russia

Цель исследования: разработать алгоритм КТ-обследования пациентов с аномалиями зубочелюстной системы, сопровождающимися сужением верхней челюсти, а также разработать протоколы описания данных КТ у этой группы пациентов.

Материал и методы. Обследовано 20 пациентов с аномалиями зубочелюстной системы, сопровождающимися сужением верхней челюсти. Всем пациентам КТ-исследования были выполнены на компьютерном томографе Toshiba Aquilion ONE, количество рядов детекторов 320, до начала лечения и через 6 мес после хирургического расширения верхней челюсти. Были разработаны протоколы описания данных исследованных.

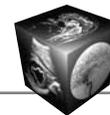
Результаты. После хирургического расширения верхней челюсти на основании оцениваемых параметров было получено, что максимальное расширение верхней челюсти приходится на уровне клыков, далее по степени уменьшения на уровне премоляров, первых моляров, вторых моляров. При определении плотности костного регенерата в проекции срединного небного

шва было установлено, что спустя 6 мес после distraction от 1 до 4 мм плотность костного регенерата составляла от 520 до 890 ед.Н. При distraction от 4 до 9 мм плотность варьировала от 320 до 614 ед.Н. Эти показатели давали возможность спланировать дальнейшее лечение у данной группы пациентов.

Выводы. КТ является незаменимым методом исследования у пациентов с аномалиями зубочелюстной системы, сопровождающимися сужением верхней челюсти, и должна проводиться всем пациентам до и после проведения хирургического расширения верхней челюсти.

Ключевые слова: мультиспиральная компьютерная томография, челюстно-лицевая хирургия, аномалии зубочелюстной системы, сужение верхней челюсти, хирургическое расширение верхней челюсти.

The Purpose. Create an algorithm of using computed tomography data in patients with malocclusion, accompanied by the narrowing of the maxilla. Create description CT data protocols.



Materials and methods. Were examined 20 patients with malocclusion, accompanied by the narrowing of the maxilla. All CT examinations were performed on Toshiba Aquilion ONE, 320 before treatment and 6 months after rapid maxilla expansion. Description CT protocols of these studies were developed.

Results. After rapid maxilla expansion it was found that the maximum expansion of the maxilla was at the level of canines, then at the level of premolars, first molars, second molars. 6 months after distraction the density of bone regenerate in the projection of the median palatal suture was estimated. When the distraction was 1–4 mm regenerate bone density ranged 520–890 HU. When distraction was 4–9 mm density varied 320–614 HU. These indicators gave the opportunity to plan further treatment in this group of patients.

Conclusion. Computed tomography is an indispensable study in patients with malocclusion, accompanied by the narrowing of the maxilla, and should be performed in all patients before and after rapid maxilla expansion.

Key words: multislice computed tomography, maxillofacial surgery, malocclusion, narrowing of the maxilla, rapid maxilla expansion.

Введение

В связи с активным развитием ортогнатической хирургии значительно увеличилось количество оперативных вмешательств у пациентов с аномалиями развития зубочелюстной системы [1, 2]. Среди данных пациентов отдельно можно выделить группу с сужением верхней челюсти (недоразвитие в трансверзальной плоскости) в связи с особенностями их диагностики и лечения [3–5]. Трансверзальные аномалии развития являются одними из наиболее сложных в диагностике и лечении, часто они существуют не изолированно, а в сочетании с другими аномалиями, что значительно усугубляет течение заболевания [1, 3, 4].

Особенности лечения пациентов с сужением верхней челюсти заключаются в проведении дополнительного хирургического вмешательства (хирургическое расширение верхней челюсти) как первого этапа комплексного лечения. Впервые расширение зубных рядов было описано в конце XIX века Е.Н. Анжел (1860) [6].

На сегодняшний день протокол хирургического расширения верхней челюсти заключается в ее остеотомии по типу Ле-Фор I и срединному небному шву с фиксацией и активацией небного дистракционного аппарата [1, 2, 4]. С помощью дистракционного аппарата происходит постепенное увеличение поперечных размеров верхней челюсти. Целью данной манипуляции является достижение необходимых размеров верхней челюсти в трансверзальной плоскости (поперечный размер челюсти). Важно отметить, что снятие дистракционного аппарата проводят после формирования костной мозоли в области срединного небного шва, что предотвращает возможный послеоперационный рецидив в виде частичного обратного сужения челюсти [1, 3, 4]. При этом ортодонтическое лечение начинают сразу же после достижения необходимого поперечного размера верхней челюсти (примерно через 2–3 нед после хирургического лечения), т.е. еще до снятия дистракционного аппарата [3, 4]. После снятия дистракционного аппарата (примерно через 6 мес) и окончания ортодонтической подготовки пациентам данной группы проводится ортогнатическое хирургическое лечение.

Для контроля пациентов после хирургического расширения верхней челюсти и для оценки степени расширения в трансверзальной плоскости ранее использовали телерентгенограммы

Для корреспонденции: Гордина Галина Семеновна – 105187 Москва, Щербаковская ул., д. 55, кв. 99. Тел.: +7-916-514-22-10.
E-mail: galinagordina@me.com

Гордина Галина Семеновна – младший научный сотрудник НИО “Гибридных технологий лучевой медицины” НИЦ Первого МГМУ им. И.М. Сеченова, врач-рентгенолог Университетской клинической больницы №1; **Глушко Александр Витальевич** – канд. мед. наук, ассистент кафедры челюстно-лицевой хирургии МГМСУ им. А.И. Евдокимова; **Клипа Игорь Александрович** – канд. мед. наук, ассистент кафедры челюстно-лицевой хирургии МГМСУ им. А.И. Евдокимова; **Дробышев Алексей Юрьевич** – доктор мед. наук, заведующий кафедрой челюстно-лицевой хирургии МГМСУ им. А.И. Евдокимова; **Серова Наталья Сергеевна** – доктор мед. наук, профессор кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии лечебного факультета, заведующая НИО “Гибридных технологий лучевой медицины” НИЦ Первого МГМУ им. И.М. Сеченова; **Фоминых Екатерина Викторовна** – канд. мед. наук, заведующая отделением лучевой диагностики Университетской клинической больницы №1 Первого МГМУ им. И.М. Сеченова.

Contact: Gordina Galina Semenovna – 105187, Moscow, Scherbakovskaya str., 55, apt. 99. Phone: +7-916-514-22-10.
E-mail: galinagordina@me.com

Gordina Galina Semenovna – researcher of the Research Department “Hybrid technology of radiation medicine” of I.M. Sechenov First Moscow State Medical University; Department of Radiology of University Hospital No.1, Moscow; **Glushko Aleksandr Vitalevich** – cand. of med. sci., assistant of the Department, Department of Maxillofacial Surgery, Moscow State University of Medicine and Dentistry, Moscow; **Klipa Igor Aleksandrovich** – cand. of med. sci., assistant of the Department, Department of Maxillofacial Surgery, Moscow State University of Medicine and Dentistry, Moscow; **Drobyshev Aleksey Yurevich** – doct. of med. sci., professor, Chief of the Department of Maxillofacial Surgery, Moscow State University of Medicine and Dentistry, Moscow; **Serova Natalya Sergeevna** – doct. of med. sci., professor of Radiology diagnostic and therapy Department of Medical faculty, Chief of the Research Department “Hybrid technology of radiation medicine” of I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow; **Fomynikh Ekaterina Viktorovna** – cand. of med. sci., Chief of the Department of Radiology of University Hospital No. 1, Moscow.



в прямой проекции [3, 4, 7]. Были разработаны различные методики измерения (Sassouni V. (1955); Ricketts R.M. (1981); Ricketts R.M. и соавт. (1982); Ghafari J. и соавт. (1995); Langlade M. (1996), цит. по Клипа И.А. [4]).

На сегодняшний день в зарубежной литературе все чаще появляются сообщения о возможностях использования данных КТ у пациентов после хирургического расширения верхней челюсти [8–11]. Но, несмотря на это, не разработано единого алгоритма лучевого обследования пациентов с сужением верхней челюсти, не определены конкретные аспекты измерения.

Цель исследования

Разработать алгоритм КТ-обследования пациентов с аномалиями зубочелюстной системы, сопровождающимися сужением верхней челюсти, а также протоколы обработки изображений и описания данных КТ у данной группы пациентов.

Материал и методы

С 2013 по 2014 г. было обследовано 20 человек с врожденными аномалиями зубочелюстной системы, сопровождающимися сужением верхней челюсти. Возраст пациентов варьировал от 18 до 42 лет. В зависимости от вида окклюзии в сагиттальной плоскости пациенты были разделены следующим образом: 14 (70%) – с мезиальной окклюзией, 6 (30%) – с дистальной окклюзией. Всем пациентам проводили комплексное лечение, состоящее из хирургического расширения верхней челюсти (рис. 1), ортодонтической подготовки, ортогнатической операции (всем пациентам были выполнены двучелюстные операции) и послеоперационного ортодонтического лечения.

Все исследования проводились на компьютерном томографе Toshiba Aquilion ONE (количество рядов детекторов 320, толщина среза 0,5 мм) в спиральном или объемном режиме с использованием костной и мягкотканной реконструкций. Лучевая нагрузка составляла 0,9–2,5 мЗв. Большое внимание уделяли положению головы пациента во время обследования: горизонтальное, со строго выведенной осью по центру. Для правильного позиционирования положения головы использовали специальный головной фиксатор и предварительную световую разметку.

На рабочей станции проводили построение трех- и двухмерных изображений. Полученные данные экспортировали в формат DICOM.

Первое исследование с включением зоны средней трети лица выполняли до начала лечения. По данным первой КТ оценивали следующие параметры:

- 1) размеры верхней челюсти:
 - ширина верхней челюсти на уровне бугров;
 - расстояние между щечными буграми первых премоляров;
 - расстояние между щечными буграми первых моляров;
- 2) ширину твердого неба:
 - на уровне клыков;
 - на уровне первых премоляров;
 - на уровне вторых премоляров;
 - на уровне первых моляров;
 - на уровне вторых моляров;
- 3) состояние околоносовых синусов.

Описанные выше параметры были важны для оценки исходных размеров верхней челюсти и помогли в выборе необходимого размера небного дистракционного аппарата (оптимальное место фиксации – между вторым премоляром и первым моляром с обеих сторон).

Второе исследование с включением всего черепа выполняли через 6 мес после хирургического расширения верхней челюсти. По данным второй КТ оценивали следующие параметры:

1. Проекцию остеотомии верхней челюсти по типу Ле-Фор I.
 2. Проекцию остеотомии в области срединного небного шва (рис. 2, а):
 - ход линии остеотомии;
 - ширина диастаза в проекции срединного небного шва на различных уровнях (в мм) (рис. 3, а);
 - плотность костной мозоли в проекции срединного небного шва в различных его участках (в ед.Н).
- Для оценки костной мозоли в проекции срединного небного шва измеряли рентгенологическую плотность в единицах Хаунсфилда (ед.Н). На основании этого оценивали степень формирования костной ткани. Использовали классификацию сопоставления типов костной ткани в зависимости от рентгенологической плотности С.Е. Misch (1999) (табл. 1). Данный параметр был очень важен, так как на основании его данных проводили дальнейшее лечение пациентов.
3. Положение дистракционного аппарата (рис. 2, б):
 - место крепления;
 - состояние костной ткани в области крепления;
 - расположение винтов относительно верхнечелюстных пазух, состояние пазух;
 - расположение винтов относительно корней рядом расположенных зубов, состояние корней зубов.
 4. Размеры твердого неба (ширина на уровне клыков, премоляров, первых, вторых моляров (в мм).
 5. Размеры верхней челюсти в трансверзальной плоскости на уровне бугров, расстояние между

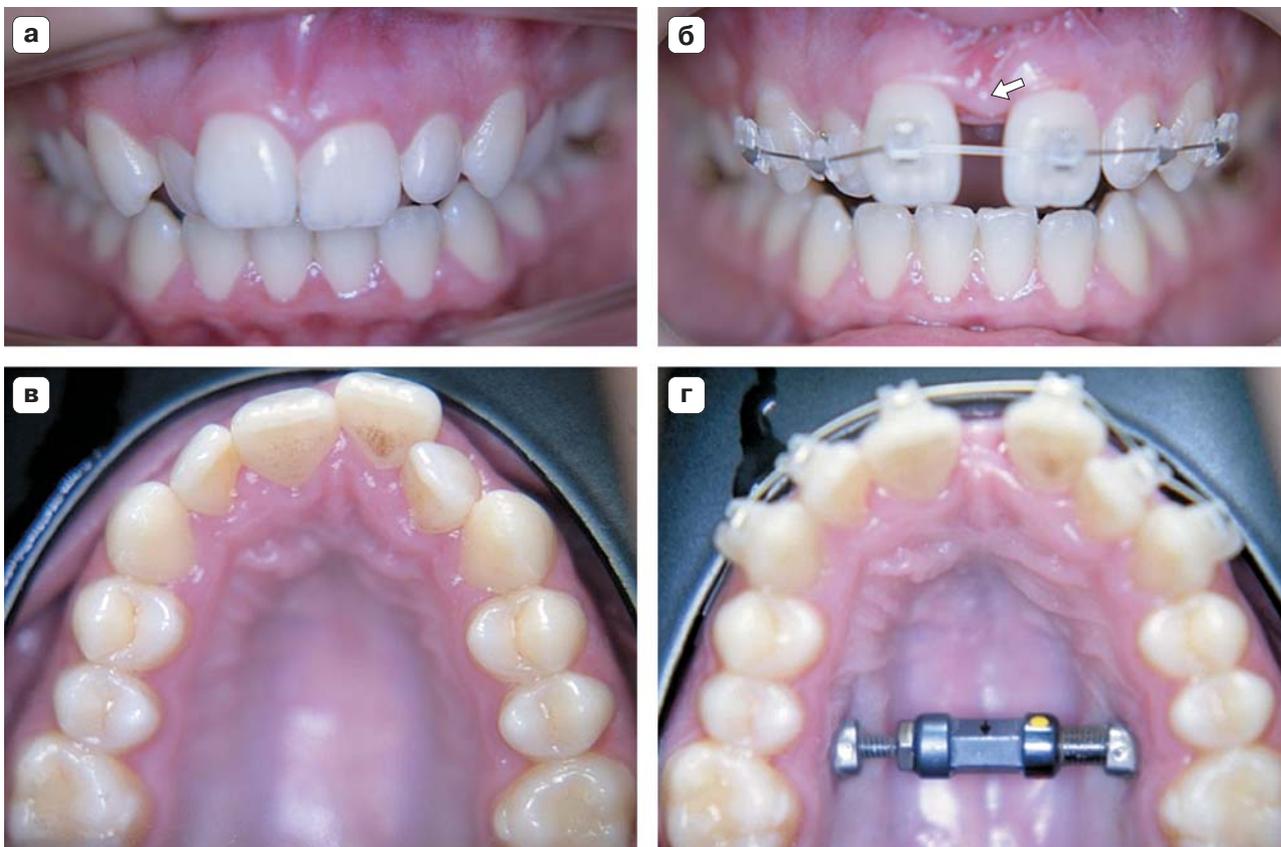
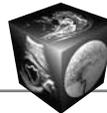


Рис. 1. Пациентка 18 лет, диагноз: сужение верхней челюсти; чрезмерное развитие нижней челюсти, недоразвитие верхней челюсти; мезиальная окклюзия, обратная резцовая дизокклюзия, двусторонняя палатиноокклюзия, дизокклюзия в боковых отделах зубных рядов, трансверзальная резцовая дизокклюзия. а – фото прикуса спереди до distraction; б – фото прикуса через 3 мес после distraction на этапе ортодонтической подготовки к ортогнатической операции; в – фото верхнего зубного ряда до distraction; г – фото верхнего зубного ряда через 3 мес после distraction на этапе ортодонтической подготовки к ортогнатической операции. Определяется дистрактор, зафиксированный на верхней челюсти.

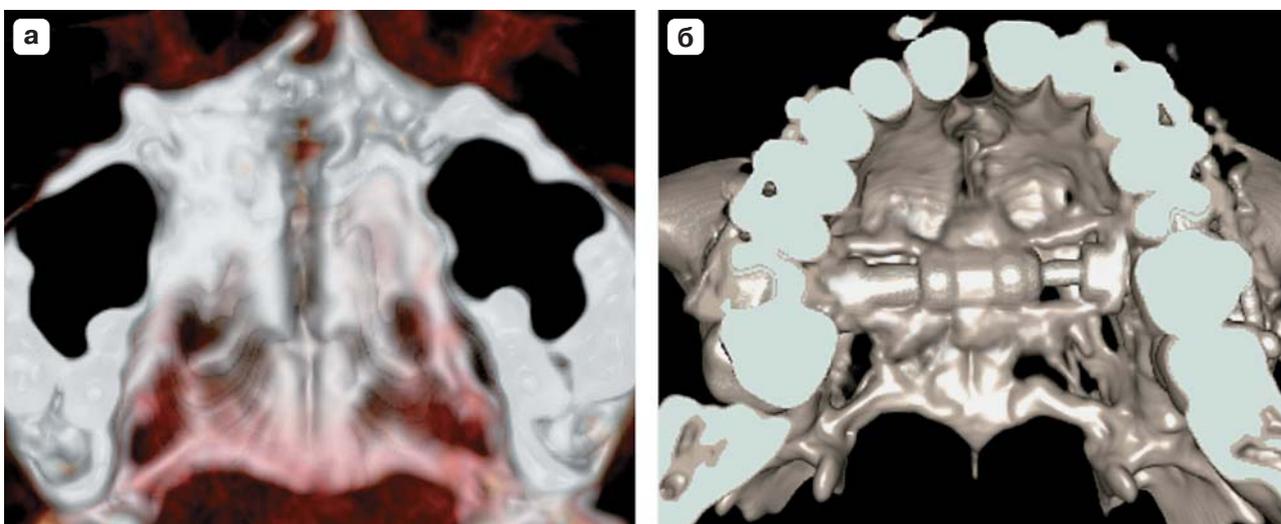


Рис. 2. МСК-томограммы, трехмерные реконструкции. Состояние после хирургического расширения верхней челюсти. а – вид твердого неба на уровне линии остеотомии по срединному шву; б – вид твердого неба на уровне distractionного аппарата.

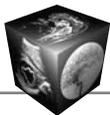


Рис. 3. МСК-томограммы, двухмерные (мультипланарные) реконструкции в коронарной проекции. а – ширина диастаза в проекции срединного небного шва на уровне первых премоляров; б – расстояние между щечными буграми первых моляров верхней челюсти.

щечными буграми первых премоляров и первых моляров верхней челюсти (в мм) (рис. 3, б).

Также на основании данных второй КТ планировали основное ортогнатическое лечение, а именно оценку самой аномалии зубочелюстной системы, каналов нижнечелюстных нервов, височно-нижнечелюстных суставов, околоносовых синусов и полости носа и ряда других аспектов.

Результаты

Оценка описанных выше параметров проводилась у всех обследованных пациентов (n = 20;

100%). Распределение пациентов в зависимости от степени изменения размеров верхней челюсти и твердого неба после хирургического расширения верхней челюсти представлено в табл. 2.

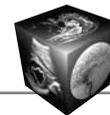
Из данных табл. 2 видно, что максимальное расширение верхней челюсти наблюдается на уровне клыков, далее по степени уменьшения на уровне премоляров, первых моляров, вторых моляров, что свидетельствует о большем расширении верхней челюсти в передних отделах, чем в задних. Наименьший процент расширения верхней челюсти отмечается на уровне бугров, что связано с осо-

Таблица 1. Классификация сопоставления типов костной ткани в зависимости от рентгенологической плотности по С.Е. Misch (1999)

Тип костной ткани	Аббревиатура	Соответствующая рентгенологическая плотность, ед.Н
Гомогенная кортикальная кость	D1	>1250
Губчатая кость, окруженная компактно-кортикальной костью	D2	850–1250
Губчатая кость, окруженная тонкой кортикальной костью	D3	350–850
Гомогенная губчатая кость	D4	150–350
Хрящевая ткань	D5	<150

Таблица 2. Оценка степени изменения (в %) размеров верхней челюсти и твердого неба после хирургического расширения верхней челюсти у пациентов с различными аномалиями окклюзии по данным КТ

Измеряемый параметр	Вид аномалии окклюзии	
	мезиальная окклюзия	дистальная окклюзия
Степень изменения ширины верхней челюсти на уровне бугров	3,13	4,55
Степень изменения расстояния между щечными буграми первых моляров	6,25	7,19
Степень изменения ширины твердого неба на уровне клыков	63,48	61,58
Степень изменения ширины твердого неба на уровне премоляров	13,78	15,15
Степень изменения ширины твердого неба на уровне первых моляров	10,88	11,88
Степень изменения ширины твердого неба на уровне вторых моляров	5,90	5,96



бенностью хирургического лечения (линия остеотомии верхней челюсти проходит до бугров верхней челюсти, не производится отделение верхней челюсти от крыловидных отростков клиновидной кости). Таким образом, при активации дистракционного аппарата фрагменты верхней челюсти в области бугров практически не смещаются.

При определении плотности костного регенерата было установлено, что спустя 6 мес после дистракции от 1 до 4 мм плотность костного регенерата составляла от 520 до 890 ед.Н (D2–D3), что позволяло хирургам снять небный дистрактор. При дистракции от 4 до 9 мм плотность варьировала в пределах от 320 до 614 ед.Н (D3–D4), что указывало на недостаточную плотность костного регенерата в области дистракции и требовало более позднего снятия дистрактора во избежание рецидива.

Клинический пример

Пациентка П., 21 год. Обратилась с жалобами на дисгармонию лица, нарушение прикуса и затруднение приема пищи.

В ходе клинического (рис. 4, 5) и рентгенологического обследований был поставлен диагноз: III класс аномалии развития зубочелюстной системы, недоразвитие верхней челюсти, чрезмерное развитие нижней челюсти. Сужение верхней челюсти. Мезиальная окклюзия. Вертикальная резцовая дизокклюзия. Врожденная деформация костного и хрящевого отделов носа. МСКТ выполнялась пациентке до начала лечения (рис. 6).

Первым этапом было проведено хирургическое расширение верхней челюсти. Затем были установлены брекет-системы. Через 6 мес пациентке была выполнена повторная МСКТ (рис. 7). На основании ее данных было установлено, что плотность костной мозоли в области срединного небного шва была достаточна для снятия дистракционного аппарата (720 ед.Н).

После снятия дистрактора пациентке продолжалось ортодонтическое лечение и проводилась подготовка к ортогнатической операции. На основании данных МСКТ хирурги проводили предоперационное планирование. Была выполнена остеотомия верхней челюсти по типу Ле-Фор I, двусторонняя межкортикальная остеотомия нижней челюсти, остеотомия подбородочного отдела, риносептопластика. После операции выполнялась ортодонтическая коррекция (рис. 8, 9).

Обсуждение

На основании проведенного исследования мы пришли к выводу, что КТ на сегодняшний день является наиболее полным методом обследования пациентов с аномалиями зубочелюстной системы, что подтверждается в работах ряда отечественных

и зарубежных специалистов [1, 2, 8]. У пациентов с сужением верхней челюсти в связи с особенностями их лечения (дополнительный этап в виде хирургического расширения верхней челюсти) данный метод исследования необходимо использовать до начала лечения (перед хирургическим расширением верхней челюсти) и после расширения. Некоторые зарубежные специалисты также использовали данные КТ до и после хирургического расширения верхней челюсти [5–11], но алгоритм ее применения разработан не был. В данных исследованиях проводили оценку степени расширения верхней челюсти, твердого неба [10, 11], диастаза фрагментов верхней челюсти в проекции срединного небного шва [9], степени формирования костной мозоли в этой области [5], оценку других швов твердого неба [8]. Но, несмотря на наличие стольких работ, в них оценивали только один из параметров, необходимых челюстно-лицевым хирургам, не был составлен четкий протокол оценки патологии до и после проведения хирургического расширения верхней челюсти. Например, R. Lione и соавт. выполняли МСКТ через 6 мес после хирургического расширения верхней челюсти у всех обследованных в их работе пациентов. Было получено, что в проекции срединного небного шва отмечалось постепенное формирование костной мозоли как в передних, так и в задних отделах. У всех пациентов расширение верхней челюсти проводили на 7 мм [5]. Но в данном исследовании не учитывали степень формирования костной мозоли при меньшем или большем расширении, также не учитывали полученные размеры челюстей. В проведенном нами исследовании были разработаны четкие параметры оценки до начала лечения (оценка ширины верхней челюсти, твердого неба, на основании которой проводили подбор дистрактора необходимого размера, точно определяли место его фиксации), а также и после хирургического расширения верхней челюсти. МСКТ позволяла оценить достигнутый результат (степень расширения) и принять решение о сроках снятия дистракционного аппарата (в зависимости от рентгенологической плотности костной мозоли в области срединного небного шва). Кроме того, используя данные МСКТ после хирургического расширения верхней челюсти, было возможно спланировать последующее ортогнатическое лечение. На основании проведенного исследования был составлен алгоритм лучевого обследования пациентов с аномалиями зубочелюстной системы, сопровождающимися сужением верхней челюсти (рис. 10).



Рис. 4. Фото лица пациентки до начала комплексного (ортодонтического и хирургического) лечения. а – анфас; б – в профиль.



Рис. 5. Фото прикуса пациентки до начала комплексного (ортодонтического и хирургического) лечения. а – вид спереди; б – вид слева; в – вид справа.

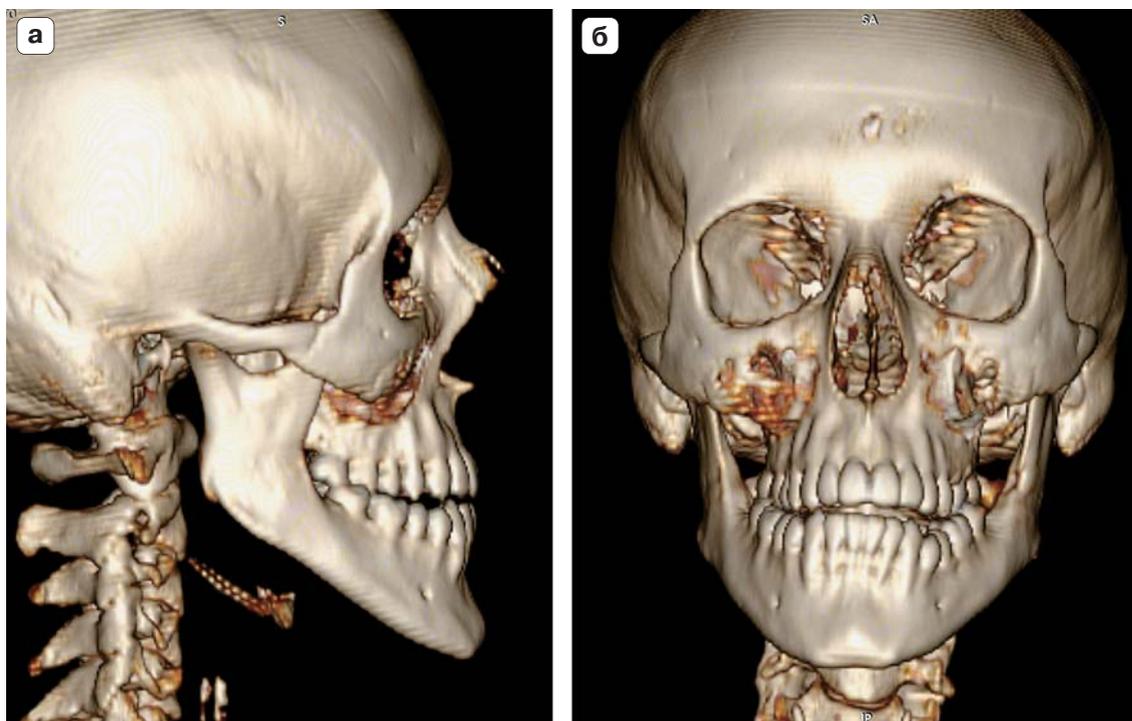


Рис. 6. МСК-томограммы в костном режиме до начала комплексного (ортодонтического и хирургического) лечения. а – вид справа; б – вид спереди.

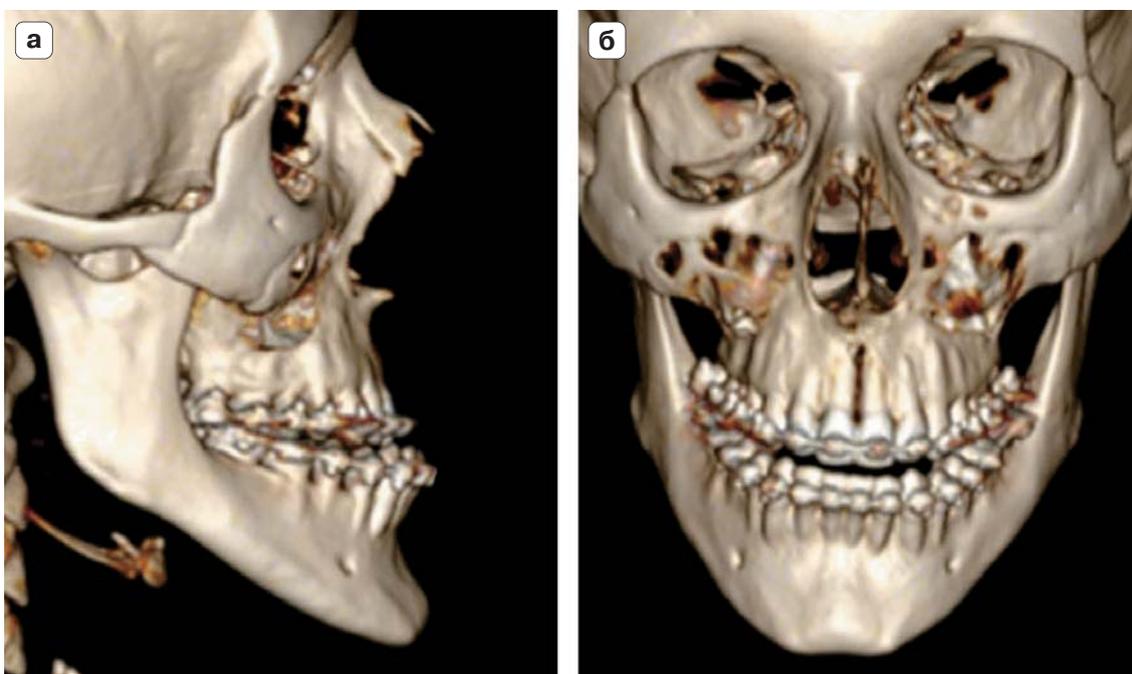


Рис. 7. МСК-томограммы в костном режиме. Состояние после хирургического расширения верхней челюсти. а – вид справа; б – вид спереди. Определяется диастаз фрагментов верхней челюсти в проекции срединного небного шва. На зубах верхней и нижней челюстей установлены брекет-конструкции.

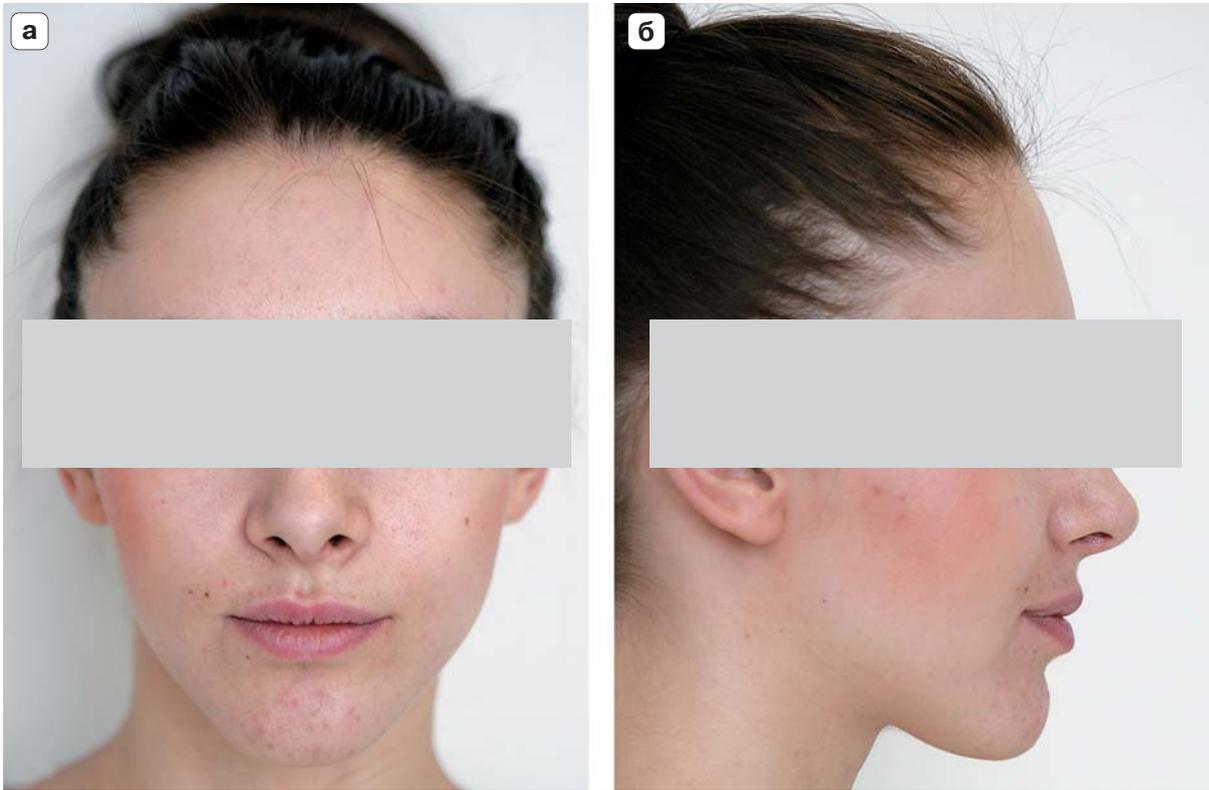


Рис. 8. Фото лица пациентки через 6 мес после ортогнатической операции. а – анфас; б – в профиль.

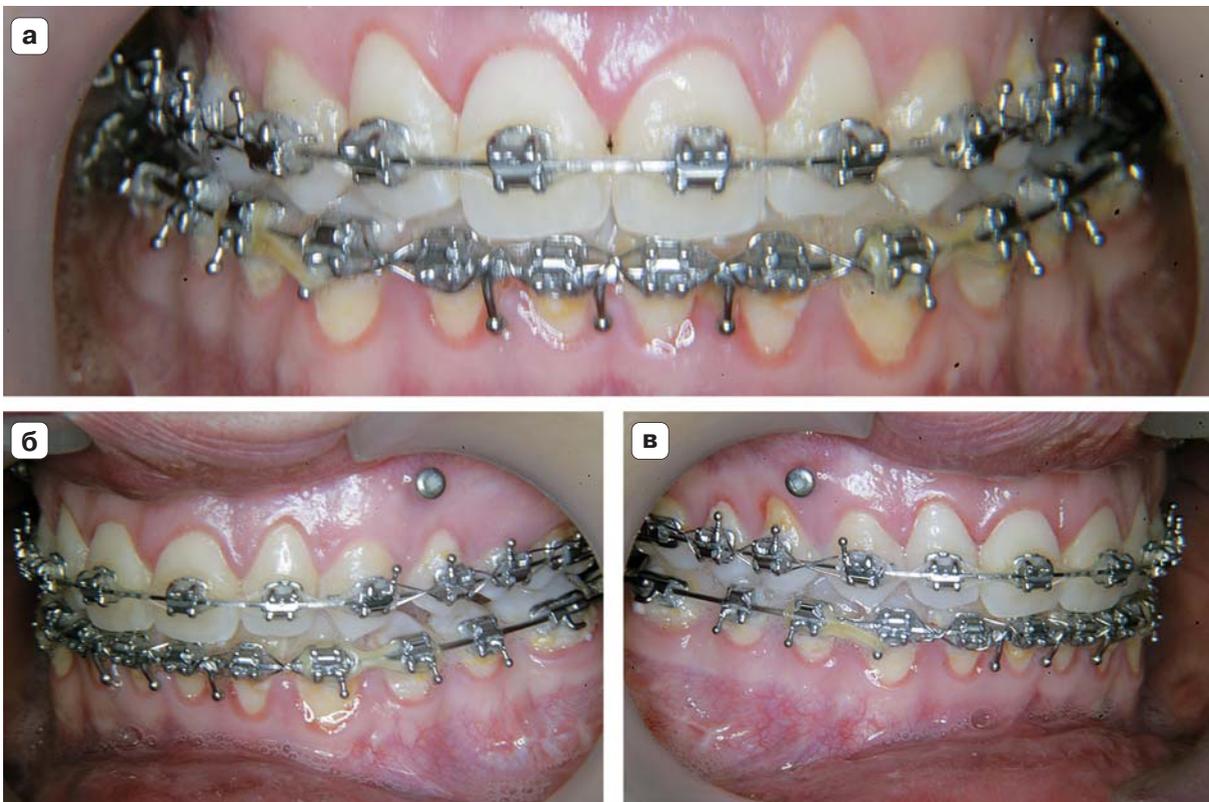


Рис. 9. Фото прикуса пациентки через 6 мес после ортогнатической операции. а – вид спереди; б – вид слева; в – вид справа.

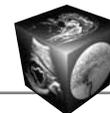


Рис. 10. Алгоритм обследования пациентов с аномалиями зубочелюстной системы, сопровождающимися сужением верхней челюсти.

Заключение

КТ является незаменимым методом исследования у пациентов с аномалиями зубочелюстной системы, сопровождающимися сужением верхней челюсти, и должна проводиться всем пациентам до и после хирургического расширения верхней челюсти.

Список литературы

1. Профит У.Р. Современная ортодонтия: Пер. с англ. под ред. проф. Л.С. Персина. М.: Медпресс-информ, 2006. 559 с.
2. Дробышев А.Ю., Анастасов Г. Основы ортогнатической хирургии. М.: Печатный город, 2007. 55 с.
3. Слабковская А.Б. Трансверсальные аномалии окклюзии. Этиология, клиника, диагностика, лечение: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. М., 2008. 38 с.
4. Клипа И.А. Клиника, диагностика и комбинированное лечение взрослых пациентов с аномалиями и деформациями челюстно-лицевой области, сопровождающимися сужением верхней челюсти: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 2012. 20 с.
5. Lione R., Pavoni C., Lagana G. et al. Rapid maxillary expansion: effects on palatal area investigated by computed tomography in growing subjects. *Eur. J. Paediatr. Dent.* 2012; 13: 215–218.
6. Angel E.H. Treatment of irregularity of the permanent or adult teeth. *Dent. Cosmos.* 1860; 1: 540–544.
7. Da Silva Filho O.G., Montes L.A., Torelly L.F. Rapid maxillary expansion in the deciduous and mixed dentition evaluated through posteroanterior cephalometric analysis. *Am. J. Orthod. Dentofacial. Orthop.* 1995; 107: 268–275.
8. Habersack K., Karoglan A., Sommer B., Benner K.U. High-resolution multislice computerized tomography with

multiplanar and 3-dimensional reformation imaging in rapid palatal expansion. *Am. J. Orthod. Dentofacial. Orthop.* 2007; 131: 776–781.

9. Phatouros A., Goonewardene M.S. Morphologic changes of the palate after rapid maxillary expansion: a 3-dimensional computed tomography evaluation. *Am. J. Orthod. Dentofacial. Orthop.* 2008; 134: 117–124.
10. Ghoneima A., Abdel-Fattah E., Eraso F. et al. Skeletal and dental changes after rapid maxillary expansion: a computed tomography study. *Aust. Orthod. J.* 2010; 26: 141–148.
11. Martina R., Cioffi I., Farella M. et al. Transverse changes determined by rapid and slow maxillary expansion – a low-dose CT-based randomized controlled trial. *Orthod. Craniofac. Res.* 2012; 15: 159–168.

References

1. Proffit W.R. Contemporary Orthodontics. Translation from English under the editorship of prof L.S. Persin. M: Medpress-inform, 2006. 559 p. (In Russian)
2. Drobyshev A.Yu., Anastassov G. Fundamentals of orthognathic surgery. M.: Pechatnyi gorod, 2007. 55 p. (In Russian)
3. Slabkovskaya A.B. Transverse occlusion anomalies. Etiology, pathogenesis, clinic, diagnosis, treatment: Avtoref. dis. ... doct. med. nauk. M., 2008. 38 p. (In Russian)
4. Klipa I.A. Clinic, diagnostics and combined treatment of adult patients with anomalies and deformations of maxillofacial area, accompanied by constriction of the upper jaw: Avtoref. dis. ... cand. med. nauk. M., 2012. 20 p. (In Russian)
5. Lione R., Pavoni C., Lagana G. et al. Rapid maxillary expansion: effects on palatal area investigated by computed tomography in growing subjects. *Eur. J. Paediatr. Dent.* 2012; 13: 215–218.
6. Angel E.H. Treatment of irregularity of the permanent or adult teeth. *Dent. Cosmos.* 1860; 1: 540–544.
7. Da Silva Filho O.G., Montes L.A., Torelly L.F. Rapid maxillary expansion in the deciduous and mixed dentition evaluated through posteroanterior cephalometric analysis. *Am. J. Orthod. Dentofacial. Orthop.* 1995; 107: 268–275.
8. Habersack K., Karoglan A., Sommer B., Benner K.U. High-resolution multislice computerized tomography with multiplanar and 3-dimensional reformation imaging in rapid palatal expansion. *Am. J. Orthod. Dentofacial. Orthop.* 2007; 131: 776–781.
9. Phatouros A., Goonewardene M.S. Morphologic changes of the palate after rapid maxillary expansion: a 3-dimensional computed tomography evaluation. *Am. J. Orthod. Dentofacial. Orthop.* 2008; 134: 117–124.
10. Ghoneima A., Abdel-Fattah E., Eraso F. et al. Skeletal and dental changes after rapid maxillary expansion: a computed tomography study. *Aust. Orthod. J.* 2010; 26: 141–148.
11. Martina R., Cioffi I., Farella M. et al. Transverse changes determined by rapid and slow maxillary expansion – a low-dose CT-based randomized controlled trial. *Orthod. Craniofac. Res.* 2012; 15: 159–168.