

КОНУС-ЛУЧЕВАЯ КОМПЬЮТЕРНАЯ ТОМОГРАФИЯ (КЛКТ) В ОРТОДОНТИИ

Печатается по разрешению журнала CAD/CAM '2, 2012

Целью ортодонтической диагностики является определение зубо-альвеолярных, скелетных и функциональных нарушений в челюстно-лицевой области. Диагноз и план лечения базируется на изучении моделей, внутри и внеротовых фотографиях, и рентгенограммах, традиционно используя панорамный снимок и телерентгенограмму (ТРГ).

ТРГ и диагностика может быть выполнена в 3-х разных проекциях: боковая, фронтальная, аксиальная.

Однако, классическая рентгенограмма представляет структуры только в 2D формате. А измерение трехмерных структур в 2D недостаточно информативны.

Таким образом, ТРГ имеет свои недостатки:

- Ошибки в рентгенографической проекции, за счет искажения.
- Ошибки в системе измерения.
- Ошибки в идентификации цефалометрических ориентиров вследствие наложения анатомических структур.
- Невозможность оценить 3D измерения челюстно-лицевой области.

Сочетание КЛКТ с программным обеспечением позволяет применить разные методологии в стоматологии, в том числе и в ортодонтии (рис. 1). Благодаря КЛКТ, морфология черепа может быть представлена должным образом. С КЛКТ пациент подвергается меньшему количеству облучения, нежели во время нескольких срезов КТ измерений (табл. 1).

На кафедре ортодонтии университета Милана цефалометрия выполнялась по новому методу с использованием 3D, что позволяет легко и эффективно проводить диагностику, уменьшая влияние челове-

ского фактора. Этот метод базируется на идентификации 18 точек (10 медиальных и 8 боковых), которые определяются на твердых тканях КТ и проверяются на двух остальных участках КТ. Кроме того, дальнейшая проверка выполняется при помощи программы SimPlant OMS. 18 точек определяются 36 измерениями на сагиттальной, вертикальной и трансверсальной плоскостях. В университете Милана было отобрано 44 случая со скелетным первым классом из 500 КЛКТ.

Эти пациенты были продиагностированы с применением 3D-цефалометрии. Полученные результаты позволили идентифицировать диапазон значений нормы для каждого измерения (табл. 2).

Методика 3D выходит за пределы двухмерного анализа таким образом:

- Визуализация истинного 3D-изображения структур черепа без искажений, избегая проекционные и идентификационные ошибки.
- Уменьшая погрешность врача, так как измерения выполняются автоматически.
- Легкость в идентификации ориентиров, используя истинные анатомические структуры без наложений и проблем с геометрическими построениями.
- Возможность получить цефалометрию в 3D.
- Перемещения зубов могут быть проанализированы в 3D-программе, чтобы определить правильность лечения.

Комбинированное ортодонтическое и хирургическое лечение

Компьютерные программы позволяют быстро и точно стандартизировать процедуру 3D виртуального планирования и включают в себя:

- КЛКТ сканирование.
- Высокоточный оттиск.
- Цифровое сканирование моделей.
- Взаимодействие КЛКТ и цифровой модели.

С помощью виртуального планирования можно получить виртуальное хирургическое лечение и модель ортодонтического лечения. Высокоточные оттиски, полученные с использованием поливинилового силксана, гарантируя точность протезного ложа, могут быть произведены двухэтапным методом. Полученную модель сканируют и анализируют в программе. Также можно использовать интраоральную камеру, для получения 3D модели зубов. Таким образом группа точек определяется с помощью программного обеспечения, а далее определяются координаты приобретенных пунктов, и наконец создается 3D изображение (рис. 3).

Кроме того, отпечатавшаяся модель в сочетании с КЛКТ позволяет проанализиро-



Рис. 1. Классическое конусно-лучевое сканирование (Imaging Sciences International)

Таблица 1.
Эффективная доза излучения (радиационного фона 8 мкЗв/день)

Method	Scan parameters in kV	Dose in μ Sv
Cephalometric analysis	69 / 15 mA / 14,1 s	50
Latero-lateral teleradiography	80	30
Postero-anterior teleradiography	80	40
Multi-slice CT	120 / 400 mA / 0,5 s	2370
CBCT	120 / 5 mA / 20 s	110
CBCT	120 / 5 mA / 10 s	60

Таблица 2.
Показатели нормы

GoSx - Me = 77,46 mm \pm 2	GoDx - Me = 77,35 mm \pm 2,03
CdSx - GoSx = 51,49 mm \pm 3,69	CdDx - GoDx = 52,18 mm \pm 3,48
S - GoSx = 80,05 mm \pm 2,4	S - GoDx = 80,15 mm \pm 2,37
ANS PNS \wedge GoSx Me = 41,12° \pm 0,81	ANS PNS \wedge GoDx Me = 41,12° \pm 0,9
SN \wedge GoSx Me = 46,21° \pm 1,11	SN \wedge GoDx Me = 45,94° \pm 1,24
CdSx GoSx Me = 118,88° \pm 2,58	CdDx GoDx Me = 118,83° \pm 2,51
CdSx GoSx N = 54,31° \pm 1,22	CdDx GoDx N = 54,3° \pm 1,2
N GoSx Me = 65,64° \pm 0,98	N GoDx Me = 65,58° \pm 1,09
PNS - A = 44,82 mm \pm 1,1	S - N = 65,3 mm \pm 1,35
N - Me = 106,33 mm \pm 2,8	N - ANS = 47,92 mm \pm 1,33
ANS - Me = 59,49 mm \pm 1,62	SNA = 80,66° \pm 0,89
SNB = 78,24° \pm 0,93	ANB = 2,62° \pm 0,31
BaSN = 130,03° \pm 1,76	



Рис. 2. 3D-модель в комбинации с наложением цефалометрических точек

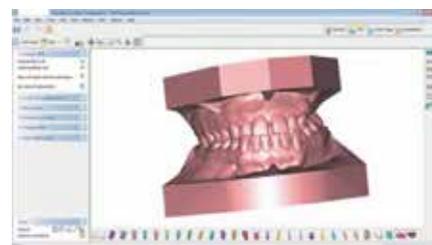


Рис. 3. Цифровая модель

вать костные структуры и твердые ткани зубов (рис. 4).

Для того, чтобы определить центральную окклюзию, необходимо зарегистрировать прикус воском в трех контактных точках. Для этого используется специальный экстра твердый воск (Моусо), восковой блок состоит из восковой арки с тремя сферами с кальций содержащим стеклом, за счет чего блок имеет рентгенконтрастные свойства. Восковой блок вводится в полость рта во время КЛКТ сканирования (рис. 5).

Примечательно, что толщина воска не влияет на точность проведения рентгенологического сканирования и, следовательно, на результаты ТРГ. Программное обеспечение способно распознавать сферы на КЛКТ снимке и сопоставлять их с соответствующими участками на модели. На данный момент это единственный метод, позволяющий проводить наложение с погрешностью менее 0,1 мм. После сбора информации можно проводить различные формы анализа перед проведением хирургического лечения. Программа также включает в себя мощные инструменты для сегментации, которые позволяют проводить отделение лицевого комплекса от нижней челюсти.

Данная программа полезна при ортодонтическом и хирургическом планировании для просчитывания направлений костной перестройки. Клиницист может выбрать ткани, которые надо переместить, следуя процедуре похожей на ту, которая проводится вручную. К примеру, можно выбрать линии остеотомии, чтобы симулировать смещение нижней челюсти вперед или назад, и таким образом найти идеальное значение, на которое необходимо сместить челюсть для коррекции прикуса



Рис. 4. КЛКТ с цифровой моделью



Рис. 5. Восковой блок

(рис. 6). После проведения всех необходимых анализов и измерений можно создать 3D-модель для того, чтобы наглядно показать каких результатов надо ожидать по окончании лечения.

И наконец, смещая костные структуры (и зубные дуги вместе с окончательной моделью) к исходному положению, можно получить целевую модель до хирургического лечения. На этой модели затем возможно наносить последовательные изображения используя программу CAD/CAM, чтобы отследить прогресс ортодонтического лечения до хирургического этапа.

Виртуальная хирургия преследует две цели: во-первых, удостовериться в том, что планируемые смещения возможно выполнить; и во-вторых, расположить модель соответственно пропорциям, необходимым для постройки хирургических направляющих, которые будут использоваться во время хирургической операции. Функция суперимпозиции модели позволяет существенно сократить планировочный этап, так как пропадает необходимость в артикуляторе, либо в лицевых дугах. Вся необходимая информация может быть собрана при помощи анализа КЛКТ и сканирования диагностических моделей. Последние исследования сфокусированы на улучшении системы путем разработки внутри ротового сканера, который позволил бы получать прямые 3D-оттиски, и, следовательно, отказаться от обычных оттисков, которые подвержены мануальным погрешностям.

Невзирая на сложность программного обеспечения, использование его предоставляет множество преимуществ, поскольку оно улучшает ортодонтические и хирургические технологии, приводя к успешным результатам. Техника с применением CAD\CAM позволяет стандартизировать процесс и облегчить проверку качества, в отличие от традиционных методов, которые подвержены неточностям.

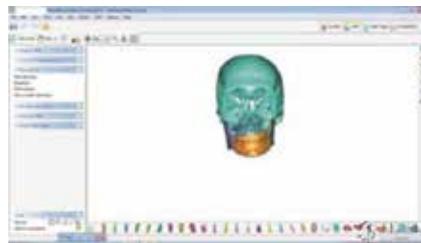


Рис. 6. 3D-изображение анатомических структур

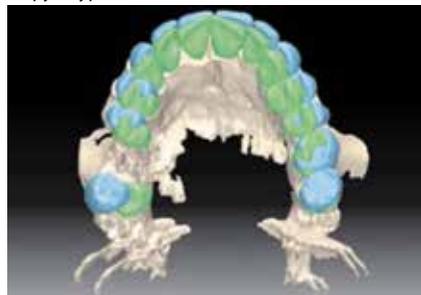


Рис. 7. До и после лечения на верхней челюсти

Создание персонализированной мульти-брекет аппаратуры

В цифровом ортодонтическом и хирургическом планировании есть возможность создавать цифровые модели после смещения костной базы в необходимое положение.

Современное программное обеспечение позволяет проводить простые сегментации автоматически. Оператор может получить полную 3D-визуализацию зубо-челюстных соотношений и способен изменять торк и наклон, вращать и смещать элементы для симуляции ортодонтического лечения.

Для того, чтобы изобразить пре-хирургическое ортодонтическое лечение немедленно, программа показывает два наложенных изображения, окрашенных в разные цвета, чтобы можно было отличить исходную ситуацию от идеальной (Рис. 7 и 8). В результате получается цифровая модель, содержащая все подробности для достижения функциональной окклюзии.

Первый шаг в процессе создания индивидуальных брекетов возможен благодаря технологии CAD/CAM. CAD/CAM включает в себя две фазы: фаза дизайна CAD, и фаза изготовления CAM, выполняемые при помощи компьютера, который посылает инструкции на специальные принтеры, которые и изготавливают конечный продукт. Такие машины работают по принципу фрезеровки (CNC cutter), либо стереолитографии.

Элементы, которые позволяют индивидуализировать брекет, зависят от его основы. Основа создается при помощи программы CAD и помещается на середину поверхности зуба. Далее программа позволяет нам заложить информацию в брекет (рис. 9 и 10). Процесс дизайна брекета можно разделить на частичный и полный. Первый вариант позволяет настраивать размер и форму части брекета, что соприкасается с поверхностью зуба, но содержит стандартный угол в не настраиваемой части брекета. Второй вариант позволяет провести тотальную модификацию всех элементов брекета.

После завершения фазы дизайна брекеты готовы к изготовлению в специальных машинах. Процесс производства должен проходить в специальной среде с соблюдением всех норм и технологических процессов.

Более того, для изготовления таких мелких деталей необходимо использовать очень маленькую фрезу примерно



Рис. 8. До и после лечение на нижней челюсти

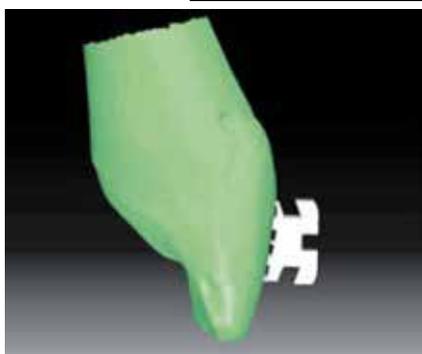


Рис. 9. Трансформация брекета

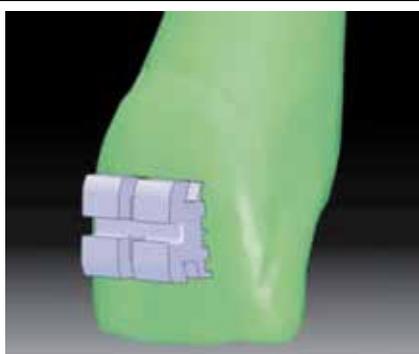


Рис. 10. Трансформация брекета

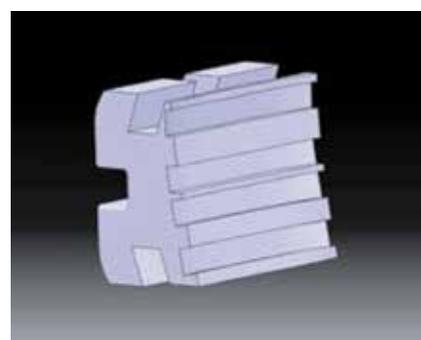


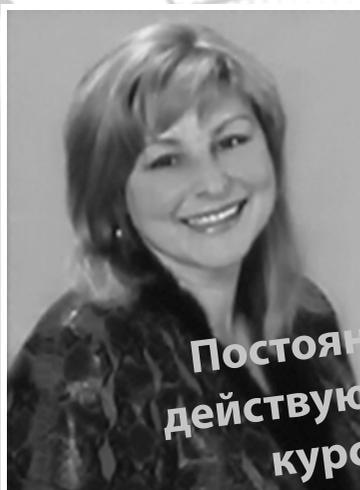
Рис. 11. Основа брекета

0,001 мм в диаметре. Например, учитывая, что мельчайшая фреза может снимать до 3% мм за один проход, то может понадобиться три или четыре захода для создания основы брекета (рис. 11).

Технологический прогресс представлен CAD/CAM, позволяет уменьшить количество ошибок и улучшить контроль результата. А так же появляется возможность использовать такие материалы как Grade

5 titanium, которые не возможно было использовать в традиционной технологии.

Перевод Савчук Юлия



Постоянно
действующий
курс

III класс Энгля – бермудский треугольник для начинающего ортодонта.

Лечить или не лечить?

Челюстнолицевая ортопедия или зубоальвеолярная компенсация?
Границы консервативного лечения.

Поэтапная механика комплексного ортодонтического лечения мезиальной окклюзии аппаратом «прямой дуги» с использованием лицевой маски и удалением отдельных зубов (лекция и отработка практических навыков на типодонтах).

Тяжкороб Татьяна Виленовна — к.м.н. врач высшей категории, член Европейского ортодонтического общества, член АОУ, преподаватель кафедры ортопедической стоматологии Национального медицинского университета им. А. А. Богомольца.

В процессе данного курса слушатели освоят навыки дифференциальной диагностики аномалий, проявляющихся мезиальной окклюзией на основе рентгеноцефалометрического анализа и клинических исследований. В курсе будут освещены особенности роста челюстных костей и формирования лицевого скелета у лиц с мезиальной окклюзией, а также методы уточнения стадии индивидуального роста. Будут подробно рассмотрены методики ведения пациентов разного возраста с учётом вида аномалии и вертикальных взаимоотношений, применение лицевой маски, использование удалений отдельных зубов и серийных экстракций при лечении мезиальной окклюзии, механизм лечения аппаратом прямой дуги, последовательность замены дуг, установка вспомогательных устройств. Проблем с постановкой диагноза, прогнозом результатов и выбором тактики лечения после данного курса больше не возникает.

