

ЛЕЧЕНИЕ ВЫРАЖЕННОЙ АСИММЕТРИИ ЛИЦА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВИРТУАЛЬНОГО 3D ПЛАНИРОВАНИЯ И МЕТОДИКИ «ПЕРВИЧНО ХИРУРГИЯ»

JCO/AUGUST 2013, VOLUME XLVII, NUMBER 8

Эта колонка составлена техническим редактором JCO W. Ronald Redmond, DDS, MS. Чтобы помочь нашим читателям держать руку на пульсе событий, доктор Redmond оповещает о деталях в области ортодонтических технологий каждые несколько месяцев. С радостью рассмотрим ваши предложения следующих тем или авторов.

«Holodeck» из «Стар Трэка» стало действительностью в ортодонтии. В этом месяце авторы используют все возможные 3D технологии для виртуального планирования и лечения пациентов, которые требуются в ортогнатической хирургии. Все от первого хирургического движения до финального ортодонтического позиционирования было произведено с помощью цифрового планирования.

В прошлом, хирургическо-ортодонтическое лечение планировалось исключительно в представлении врача. Пациенты, как правило, были довольны своими результатами, но иногда были и разочарования. С появлением виртуального лечения, пациенты имеют возможность просматривать несколько прогнозируемых результатов до ортодонтического и ортогнатического лечения.

В этом случае, авторы считают «сперва хирургия» для ускорения ортодонтического лечения и получения результата. Хирургические направляющие изготавливают по цифровым данным, и виртуальная реализация выполняется с использованием программы OrthoCAD.

Если это и есть будущее, и лечение по типу «holodeck» будет играть значительную роль в ортодонтии и ортогнатической хирургии, то «телепортируй меня, Скотти».

С помощью трехмерной кранио-фациальной визуализации, систем автоматизированного проектирования и производства компьютерных технологий (CAD/CAM) и компьютерной хирургии (CAS) открываются новые возможности лечения в области ортогнатической хирургии. Конуснолучевая компьютерная томография (КЛКТ) теперь представлена в 3D. Цифровая Визуализация и Коммуникация в Медицине (Digital Imaging and Communications in Medicine [DICOM]) используется для мягких и твердых тканей. Системы цифрового планирования позволяют определить хирургам-ортогнатологам различные варианты изменений в костных структурах в 3D формате. Следовательно, различные хирургические планирования могут быть смоделированы, что бы оптимизировать процедуру и улучшить результат. Программное обеспечение не только облегчает диагностику и планирование лечения, но позволяет изготовить хирургические направляющие с использованием CAD/CAM технологии.

Ортогнатическая хирургия без предоперационного ортодонтического лечения (известна как «сперва хирургия») недавно продемонстрировала хорошие клинические результаты, основаны на точности планирования ортодонтического и хирургического лечения. Преимущества этого подхода заключаются в сокращении времени общего лечения, быстрое улучшение эстетики лица и психологическое удовлетворение, полученное от более эффективного послеоперационного ортодонтического лечения.

Послеоперационное ортодонтическое лечение играет важную роль в контроле расположения зубов, резцовой декомпенсации, коррекции зубной дуги и окклюзии. Интеграция виртуальной ортодонтической

установки с 3D планированием хирургического лечения может предоставить результаты для точного предсказания исхода. Не смотря на то, что на сегодняшний день существует много программ, только некоторые из них: OrthoCAD, emodels, и SureSmile — предлагают нам достаточный функционал для виртуального позиционирования брекетов, а также планирования и конструирования ортодонтических аппаратов.

В данной статье описывается полное лечение с помощью 3D виртуального планирования по методике «сперва хирургия». Все, начиная от хирургического смещения костных сегментов до ортодонтического размещения зубов в их окончательную позицию, было выполнено в цифровом формате.

Диагностика и планирование лечения

Девушка 22-лет обратилась с жалобами на «кривую челюсть с неравномерным ростом» (рис. 1А).

В истории болезни травм не было, но был поставлен диагноз: Ювенильный ревматоидный артрит, вызванный болезнью Лайма. Ревматологи наблюдали и контролировали течение болезни, проводилось лечение сульфасалазином и нестероидными противовоспалительными препаратами. Пациентка сообщила, что ее асимметрия лица не прогрессировала.

Клиническое исследование показало асимметрию лица со смещением подбородка в левую сторону. А так же, выпуклый профиль, неправильное положение губ и ретрузию подбородка. У пациентки соотношение моляров по I классу, клыки в правильном взаимоотношении, незначительная скученность на нижней челюсти. Сагиттальная щель и глубина прикуса были

в пределах нормы. В состоянии покоя резцы были видны на 3 мм, при улыбке были видны все резцы. Окклюзионная плоскость наклонена в правую сторону. Центральная линия верхней челюсти совпадает с центром лица, центральная линия на нижней челюсти была смещена в правую сторону.

Изучение боковой ТРГ показало, что у пациентки II класс взаимоотношений костей черепа, в следствии ретропозиции нижней челюсти с чрезмерным удлинением высоты нижней части лица и развернутым углом нижней челюсти. Отмечалось существенное несоответствие между левой и правой сторонами нижней челюсти, но все зубные измерения были в пределах нормы. Анализ фронтальной ТРГ показал, увеличение длины и высоты нижней челюсти с правой стороны. Подбородок был отклонен примерно на 3,5 мм в правую сторону. Панорамный снимок показал, что головка мыщелкового отростка меньше слева, чем справа. КЛКТ в сагитальной и венечной области ВНЧС подтвердило маленькую мыщелковую головку слева с плоской суставной поверхностью и уменьшенной суставной щелью.

На основе этих данных пациентке поставили диагноз скелетный II Класс и асимметрия лица. Для достижения эстетического и функционального результата была предложена хирургическая коррекция мягких и твердых тканей. Лечение включает в себя: коррекцию челюстной деформации, исправление костной и зубной срединной линии, координацию зубных дуг, сохранение соотношения клыков и моляров по I Классу, для достижения эстетики и симметрии лица. На рис. 2 изображена схема лечения для данной пациентки с помощью 3D визуализации.



Рис. 1А. 22-летняя пациентка с сильной асимметрией лица, ретро положения подбородка, окклюзионным наклоном, Моляры и клыки по I Классу. Соотношение костей черепа по II Классу (продолжение на следующей странице)

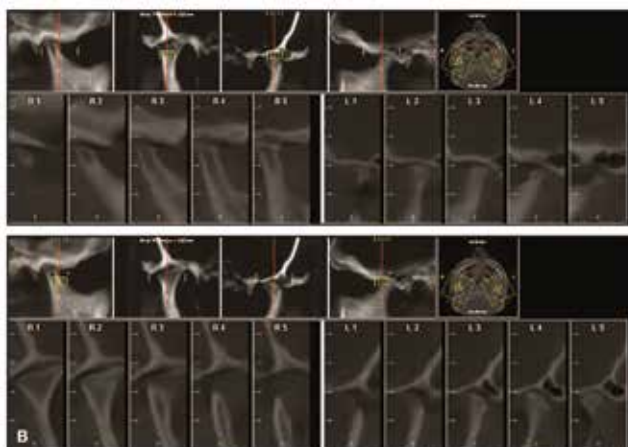


Рис. 1 (продолжение). Предоперационное (КЛКТ) в сагиттальной (вверху) и вентральные (внизу) ВНЧС срезы

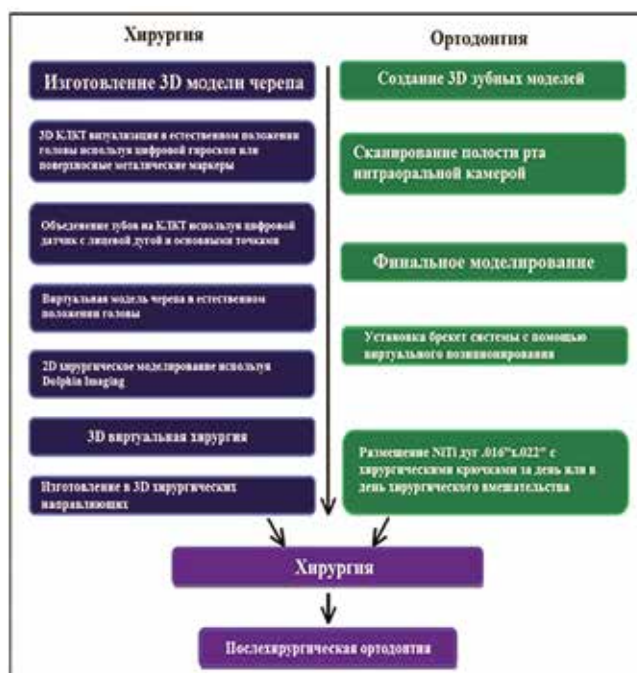


Рис. 2. Последовательность трехмерного виртуального плана лечения для хирургического и ортодонтического перемещения

Постановка брекет системы с помощью компьютерной технологии

Зубные ряды были отсканированы с помощью интраорального сканера iTero для получения цифровых моделей (рис. 3а). С помощью программного обеспечения OrthoCAD iQ была создана достижимая окклюзия (рис. 3б). Цифровая информация по брекет-позиционированию была переведена в предварительную обработку, где была совершена процедура перенесения идеального позиционирования брекетов в капу (рис. 4а).

Брекеты с пазом 022" используются на верхнюю и нижнюю челюсти, на верхние четыре резца и клыки используются керамические брекеты с металлическими пазами, на все остальные зубы обеих челюстей были использованы металлические брекеты (рис. 4б). Никель титановые дуги 016"x022" на верхнюю и нижнюю челюсть с хирургическими межзубными крючками между передними зубами были подготовлены до операции.

Изображение с помощью КЛКТ

До изготовления изображения в 3D, у пациентки в естественном положении головы (ЕПГ) был зафиксирован прикус с использованием цифрового датчика лицевой дуги с основными точками. Зарегистрированный прикус был в Центральном Соотношении (ЦС), а также датчик записал ЕПГ в трех плоскостях. КЛКТ сканирования (14-секундная экспозиция, 12 «поле зрения, 1,25 мм воксели») было сделано согласно протоколу сканирования Pro Plan CMF. Предоперационные данные в 3D КЛКТ и виртуальная модель черепа в 3D, были соединены, используя программу Synthes Pro Plan CMF для воссоздания объемных и составных частей модели черепа (рис. 5). Исходные данные полученные от сканирования КЛКТ подтвердили несоответствие

между ЦС и Центральной Окклюзией (ЦО), несоответствие центральных линий на верхней и нижней челюсти, с отклонением вправо относительно средней линии черепа в ЦО.

Виртуальная хирургия

Врачебным консилиумом, состоящим из: ортодонт, команды хирургов, биомедицинских инженеров, и с помощью программы Synthes ProPlan CMF было проведено планирование, моделирование и имитация движений костных сегментов, (рис. 6а, табл. 1). Верхняя челюсть была перемещена во всех трех плоскостях: на 2,3 мм смещена, верхнечелюстное выдвижение на 2,5 мм в правую сторону, на 1,9 мм коррекция по средней линии. Разделение в сагиттальной плоскости для остеотомии при асимметричном движении дистальных сегментов нижней челюсти (8,1 мм слева и 3,8 мм справа), с последующим отделением и передвижением подбородка (2,7 мм скелетная коррекция срединной линии и 5,9 мм выдвижение) все это было выполнено виртуально (рис. 6В, табл. 2).

После согласия, консилиума врачей и пациента с планом лечения, были изготовлены промежуточные и конечные хирургические направляющие, применяя CAD/CAM технологию. Операция была проведена через неделю, на основании цифрового прогнозирования.

Хирургия и послеоперационная ортодонтия

Предварительно были изготовлены никель титановые дуги с хирургическими крючками во фронтальном отделе и были размещены после введения общей анестезии, а остеотомия была выполнена, как и планировалось. Коррекция верхней челюсти по Лефору I исправила ее положение с последующим перемещением проме-

жуточной шины с верхне-нижнечелюстной фиксацией (ВНЧСФ). Жесткая фиксация использовалась для стабилизации хирургических сегментов; после того как верхняя челюсть была зафиксирована, фиксация снята (рис. 7). Двусторонняя сагиттальная остеотомия была выполнена с целью установить нижнюю челюсть в необходимом положении. Гениопластика была проведена, с целью исправления асимметрии подбородка, нижнечелюстные сегменты были зафиксированы сагиттальными пластинами и винтами. Деминерализованный костный материал (Grafton DBM++) ввели в большие костные дефекты для дальнейшей стабильности результата и минимизации рецидива. Промежуточные и конечные хирургические направляющие хорошо соответствуют верхним и нижним зубам, желаемые окклюзионные и скелетные изменения были достигнуты.

Спустя неделю после ортогнатической хирургии, ортодонтическое лечение было возобновлено. Были сняты направляющие, дуги с хирургическими крючками и установлены новые никель титановые дуги 016"x022" на верхнюю и нижнюю челюсти и зафиксированные эластичками.

Финальная координация зубной дуги и окклюзии была достигнута в ближайшие 3 месяца. После снятия брекет системы был установлен съемный ретейнер. Общее время лечения составляло 3 месяца 20 дней.

Результаты лечения

Записи после лечения: значительное улучшение симметрии лица и мягких тканей (рис. 8А). Цели лечения по исправлению костных структур и зубов были достигнуты. Сравнивая старые и новые КЛКТ сканирования, подтвердили результаты перемещения верхней и нижней челюсти (рис. 8В). Послеоперационное изображение ВНЧС во фронтальной и сагитальной

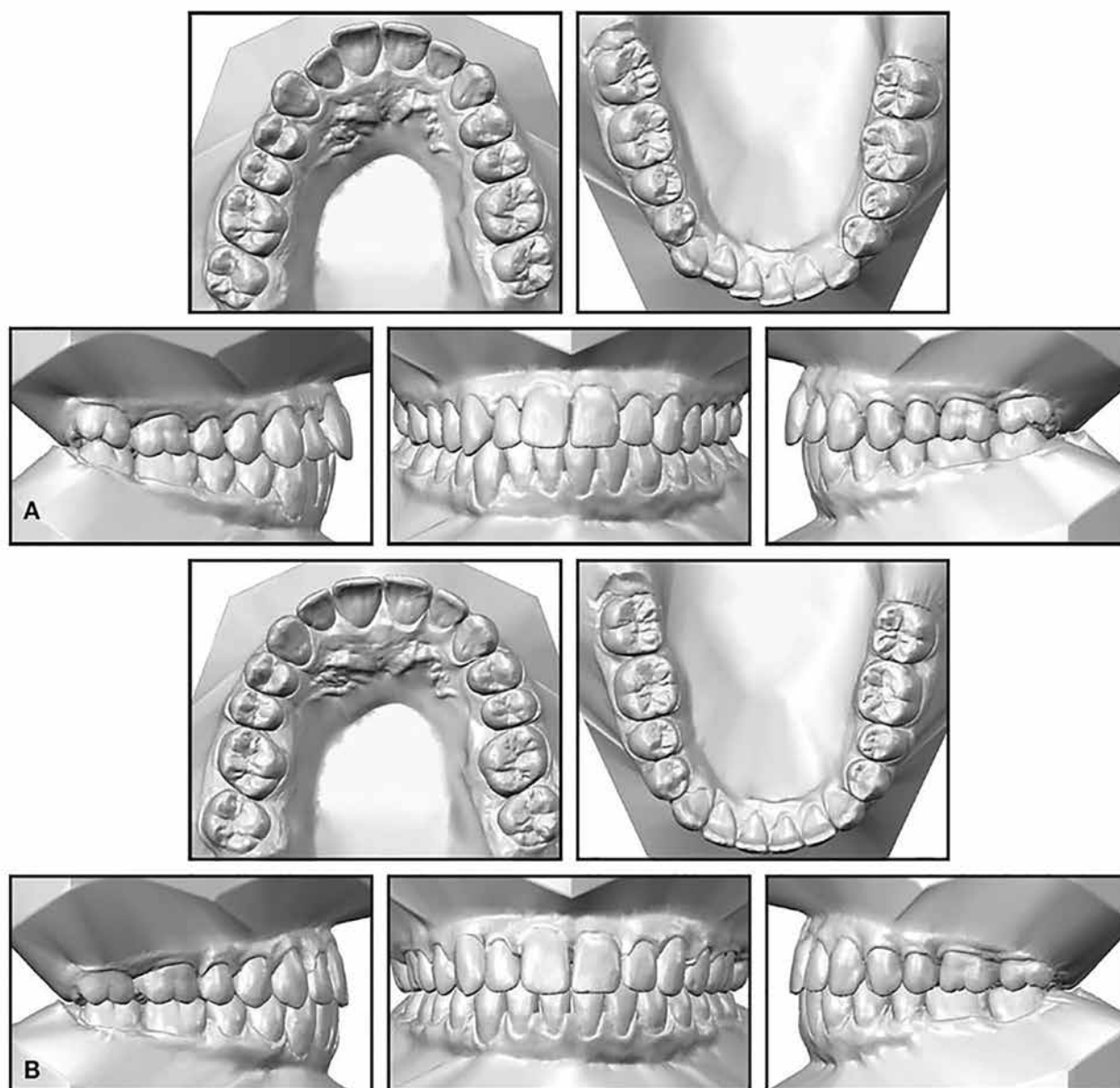


Рис. 3. А. Предварительная обработка цифровых моделей. В. 3D Виртуальное моделирование с OrthoCAD IQ



Рис. 4. А. Шина с позиционированными брекетами. В. 0,022". Предварительно подготовленные металлические и керамические брекеты

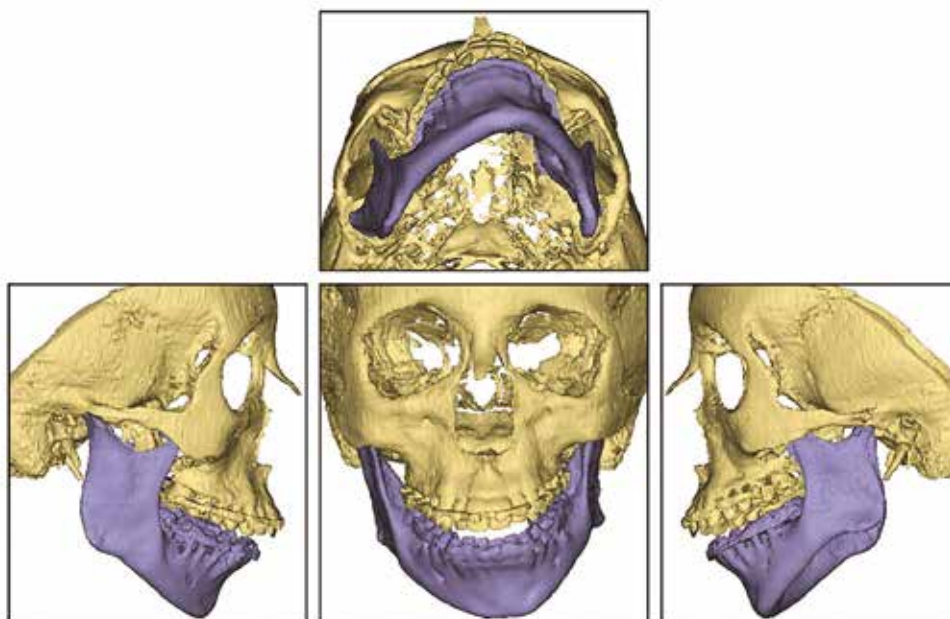


Рис. 5. Предоперационное КЛКТ, показывает несоответствие центрального соотношения и окклюзии

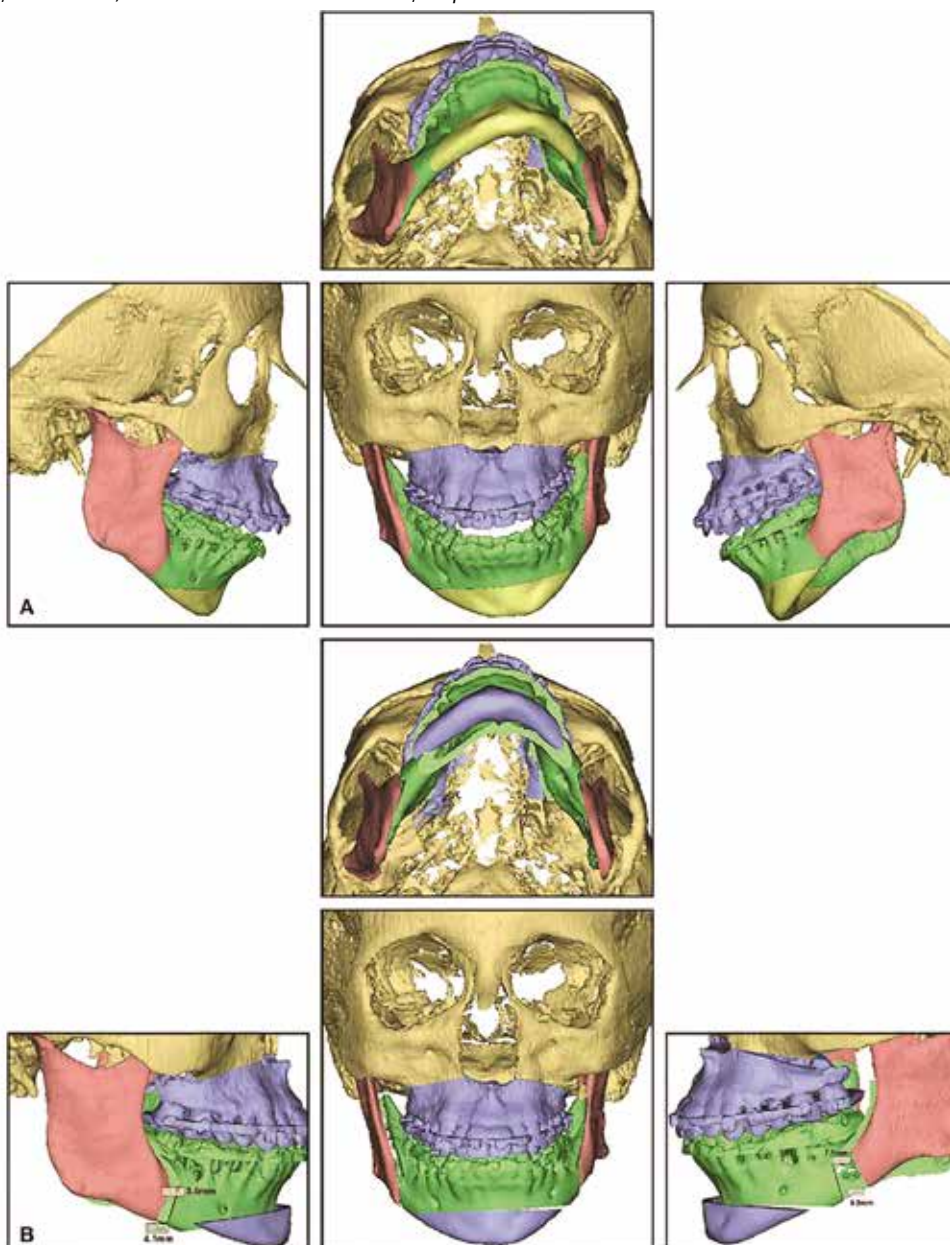


Рис. 6. Имитация в 3D перемещения костных сегментов. А. План остеотомии. В. Финальное положение костных сегментов

Таблица 1.

Планируемые зубные и лицевые перемещения (до операции после обработки данных)

	Лево/ Право	Передняя/ Задняя	Верх/ Низ
A	0.0mm	0.4mm A	1.4mm U
ANS	0.4mm L	0.0mm	1.6mm U
B	3.1mm R	9.5mm A	4.5mm U
Go L	0.3mm R	0.9mm A	0.1mm D
Go R	2.5mm R	4.9mm A	0.4mm D
Me	3.5mm R	6.1mm A	0.1mm D
Pog	2.8mm R	6.1mm A	0.0mm



Рис. 7. Хирургическое лечение

Таблица 2.

Планируемые 3D передвижения в ТРГ Ориентиры (до операции после обработки данных)

	Лево/Право	Передняя/Задняя	Верх / Низ
16	1.9mm П	2.3mm П	0.6mm B
13	2.2mm П	2.9mm П	2.3mm B
12	0.2mm Л	0.3mm П	2.2mm B
11	0.5mm Л	0.1mm З	1.9mm B
Верхняя срединная линия	1.9mm П	2.5mm П	1.8mm B
21	0.5mm Л	0.5mm З	0.5mm H
22	0.2mm Л	0.5mm З	2.4mm H
23	1.9mm П	2.2mm П	0.4mm H
26	1.6mm П	1.5mm П	2.7mm H
46	1.7mm П	5.4mm П	2.0mm B
43	2.0mm П	6.8mm П	6.5mm B
Нижняя срединная линия	2.1mm П	7.0mm П	6.5mm B
33	1.9mm П	6.3mm П	4.9mm B
36	1.6mm П	5.0mm П	0.1mm H
Гениопластика 43	2.7mm П	5.7mm П	1.3mm B
Гениопластика, срединной линии	2.8mm П	5.9mm П	0.4mm B
Гениопластика 33	2.7mm П	6.2mm П	0.6mm H

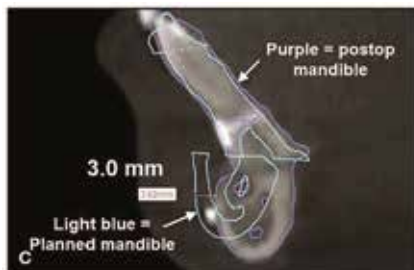


Рис. 8С. Совмещение плановых и фактических двумерных контуров.

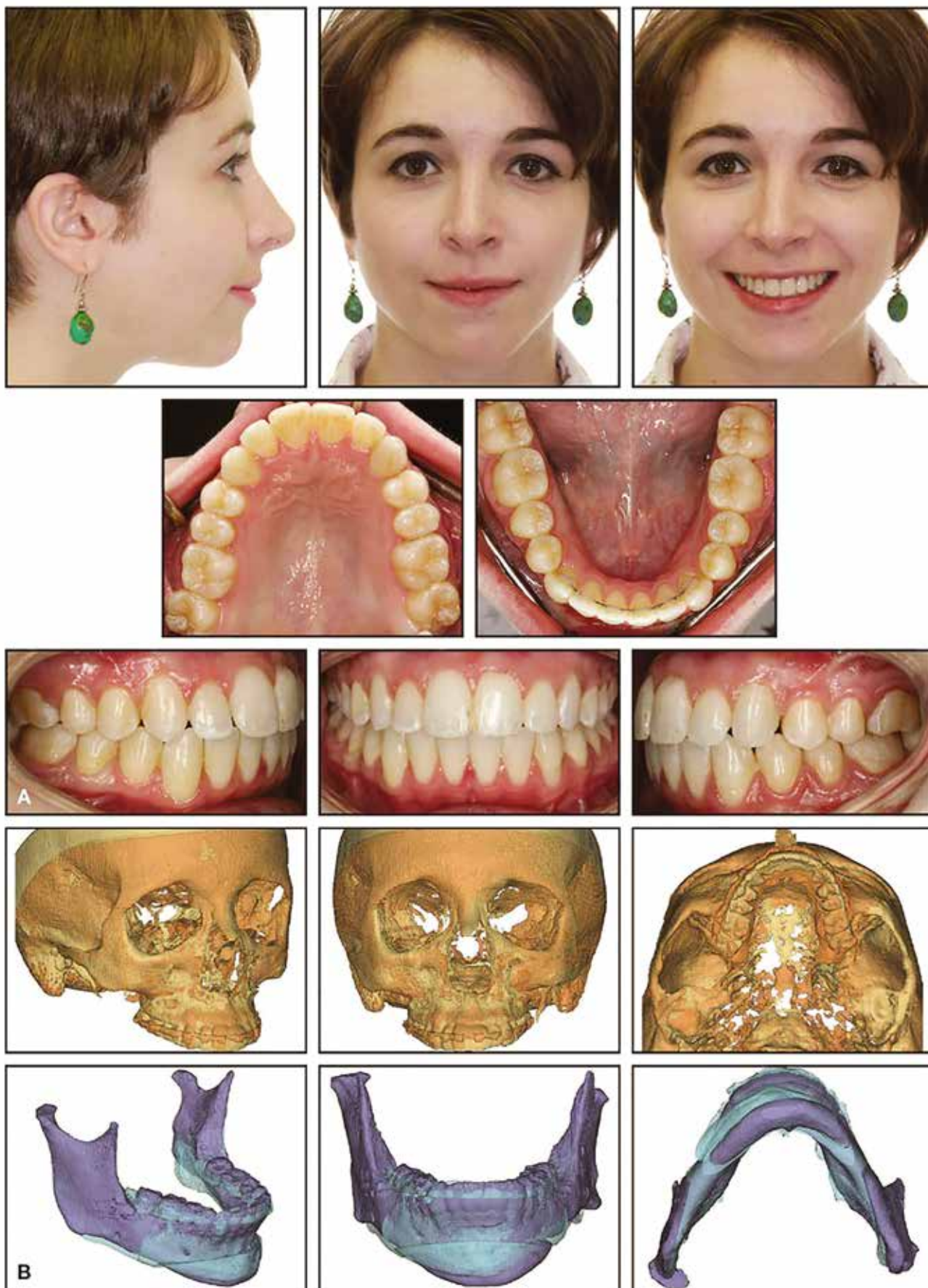


Рис. 8А. Пациент после трех месяцев и 20 дней лечения. В. 3D комбинирование верхней и (вверху) и нижней челюсти (внизу) фактические результаты после лечения (продолжение на следующей странице)

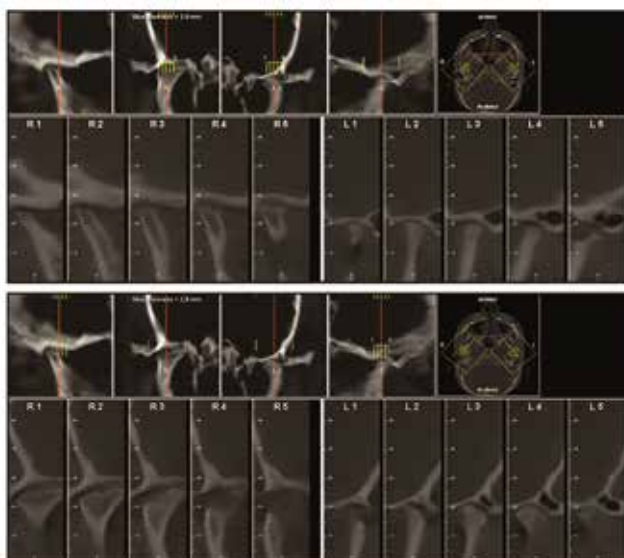


Рис. 9. Послеоперационный КЛКТ сагиттальной (вверху) и корональные (внизу) ВНЧС срезы

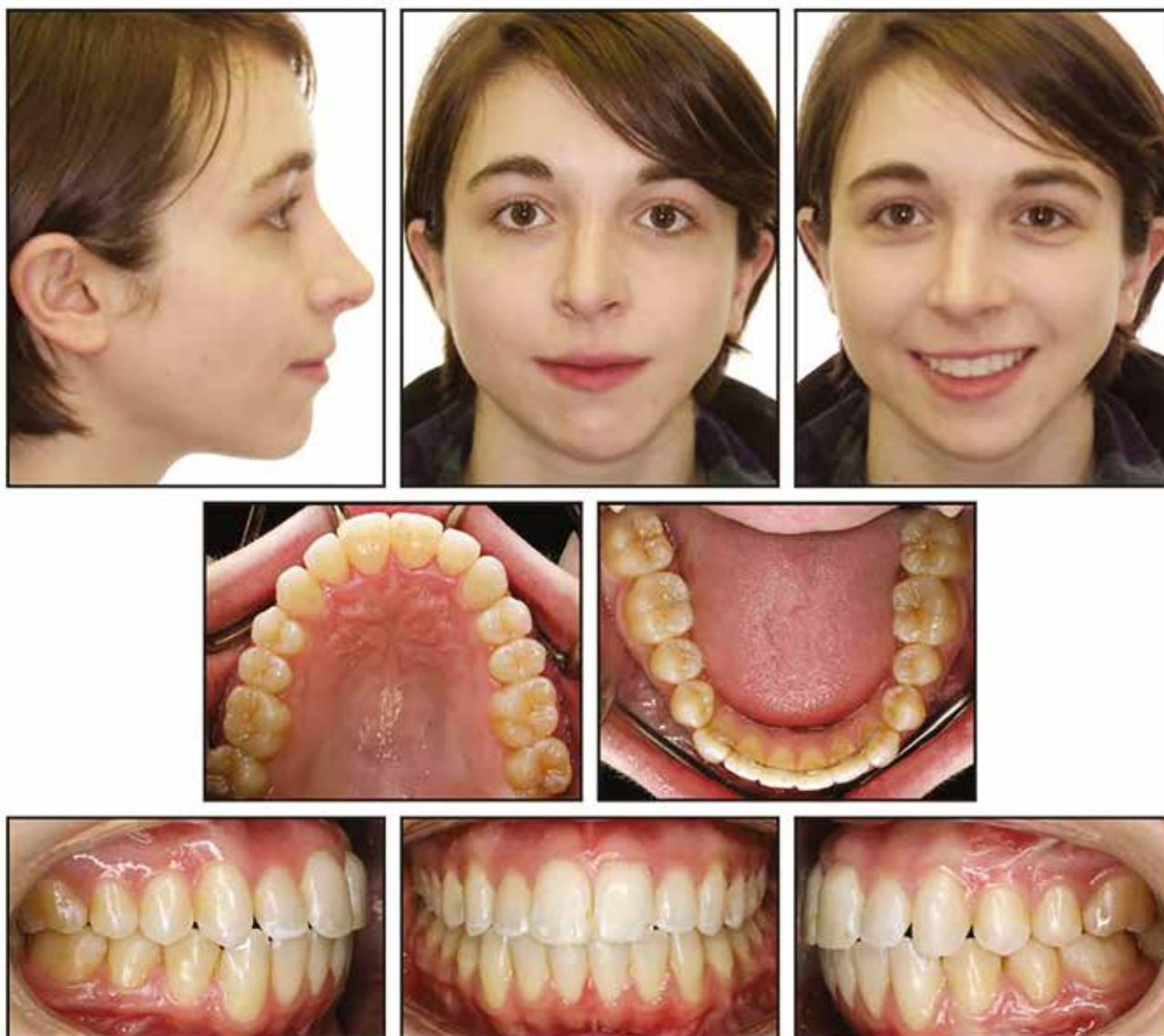


Рис. 10. Последующие записи приняты четыре месяца после окончания лечения

плоскостях не показало существенных изменений (рис. 9). Лицевые и внутриротовые снимки продемонстрировали стабильность через 4 месяца после окончательного лечения (рис. 10).

Общие итоги гениопластики не были столь точны, чем планировались (рис. 8С). Этот вывод согласуется с предполагаемым многоцентровым исследованием виртуального 3D планирования проведенный с Иксе и его коллегами. Когда подбородочные шаблоны не использовались для размещения сегментов подбородка во время гениопластики (как в данном случае), отмечалось значительно большее различие между запланированным и фактическим результатами в передне-заднем и верхне-нижнем направлении относительно вертикальной оси.

Обсуждение

Асимметрия лица является трехмерной проблемой требующая комплексной оценки, диагностики и планирования лечения. Асимметрию лица трудно диагностировать и лечить, поэтому не достаточно ТРГ, так как это двухмерный анализ, так же нужно проводить детальное клиническое и фото обследование. Асимметрия лица может быть вызвана вследствие накопления мелких

ошибок во время планирования и хирургического моделирования.

Виртуальное 3D-моделирование и планирование позволяет визуализировать во всех плоскостях, с помощью чего можно: вращать, наклонять, передвигать и сопоставлять срединную линию, с легкостью и безошибочно. А так же цифровые технологии позволяют команде врачей визуализировать важные анатомические особенности и предотвратить осложнения или нежелательные побочные эффекты, до операции.

Виртуальное планирование ортогнатической хирургии служит сильным информационным инструментом, чтобы позволить визуализировать комплексный план лечения в единой модели мягких и твердых тканей. К сожалению компьютеры не могут воспроизвести перемещение мягких тканей, поэтому эта техника остается в зачатке, особенно у пациентов с вытянутыми и асимметричными лицами.

Сан и его коллеги предположили, что более надежное перемещение зубов возможно с использованием не прямой фиксации на 3D виртуальных переносных шаблонах, основанных на компьютерном моделировании и перемещении зубов. Хотя коллеги успешно используют такие системы для лечения Клас-са III открытого прикуса с методикой «сперва

хирургия», их планирование лечения было основано на «2,5-пространственной виртуальной хирургической модели» (2.5D VMSS), используя 2D боковую и фронтальную ТРГ и 3D виртуальные зубные модели. В нашем случае лечение проводилось полностью с 3D планированием и виртуальным позиционированием брекет системы.

Вывод

Трехмерное моделирование повышает эффективность и точность хирургического планирования, принося пользу как челюстно-лицевым хирургам, так и пациенту. Дальнейшие усовершенствования моделирования и развития виртуальной (четырехмерной) диагностики, а так же улыбка и привычки пациента, были бы полезны. В будущем, хирургическое планирование и послеоперационная ортодонтия могут быть объединены.

Развивающиеся виртуальные 3D-технологии проектирования, описанные в данной статье, могут быть, уже использованы в ортодонтической практике. С помощью CAD/CAM технологии, можно точно позиционировать брекет-систему до оперативного вмешательства, что ускорит послехирургическое лечение, когда выбрана методика «сперва хирургия».

Перевод Юлия Савчук.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Chen, L.H. and Chen, W.H.: Three-dimensional computer-assisted simulation combining facial skeleton with facial morphology for orthognathic surgery, *Int. J. Adult Orthod. Orthog. Surg.* 14:140-145, 1999.
2. Cutting, C.; Bookstein, F.L.; Grayson, B.; Fellingham, L.; and McCarthy, J.G.: Three dimensional computer-assisted design of craniofacial surgical procedures: Optimization and interaction with cephalometric and CT-based models, *Plast. Reconstr. Surg.* 77:877-887, 1986.
3. Gateno, J.; Teichgraber, J.F.; and Xia, J.J.: Three-dimensional surgical planning for maxillary and midface distraction osteogenesis, *J. Craniofac. Surg.* 14:833-839, 2003.
4. Gateno, J.; Xia, J.; Teichgraber, J.F.; and Rosen, A.: A new technique for the creation of a computerized augmented skull model, *J. Oral Maxillofac. Surg.* 61:222-227, 2003.
5. McCormick, S.U. and Drew, S.J.: Virtual model surgery for efficient planning and surgical performance, *J. Oral Maxillofac. Surg.* 69:638-644, 2011.
6. Swennen, G.R.; Barth, E.L.; Euler, C.; and Schutyser, F.: The use of a new 3D splint and double CT scan procedure to obtain an accurate anatomic virtual augmented model of the skull, *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.* 36:146-152, 2007.
7. Swennen, G.R.; Mollemans, W.; and Schutyser, F.: Three-dimensional treatment planning of orthognathic surgery in the era of virtual imaging, *J. Oral Maxillofac. Surg.* 67:2080-2092, 2009.
8. Xia, J.; Ip, H.H.; Samman, N.; Wang, D.; Kot, C.S.; Yeung, R.W.; and Tideman, H.: Computer-assisted three-dimensional surgical planning and simulation: 3D virtual osteotomy, *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.* 29:11-17, 2000.
9. Xia, J.; Samman, N.; Yeung, R.W.; Shen, S.G.; Wang, D.; Ip, H.H.; and Tideman, H.: Three-dimensional virtual reality surgical planning and simulation workbench for orthognathic surgery, *Int. J. Adult Orthod. Orthog. Surg.* 15:265-282, 2000.
10. Hernandez-Alfaro, F.; Guijarro-Martinez, R.; Molina-Coral, A.; and Badia-Escriche, C.: "Surgery first" in bimaxillary orthognathic surgery, *J. Oral Maxillofac. Surg.* 69:201-207, 2011.
11. Liou, E.J.; Chen, P.H.; Wang, Y.C.; Yu, C.C.; Huang, C.S.; and Chen, Y.R.: Surgery-first accelerated orthognathic surgery: Postoperative rapid orthodontic tooth movement, *J. Oral Maxillofac. Surg.* 69:781-785, 2011.
12. Nagasaka, H.; Sugawara, J.; Kawamura, H.; and Nanda, R.: "Surgery first" skeletal Class III correction using the Skeletal Anchorage System, *J. Clin. Orthod.* 43:97-105, 2009.
13. Yu, C.C.; Chen, P.H.; Liou, E.J.; Huang, C.S.; and Chen, Y.R.: A surgery-first approach in surgical-orthodontic treatment of mandibular prognathism — A case report, *Chang Gung Med. J.* 33:699-705, 2010.
14. Redmond, W.J.; Redmond, M.J.; and Redmond, W.R.: The OrthoCAD bracket placement solution, *Am. J. Orthod.* 125:645-646, 2004.
15. Sachdeva, R.C.: SureSmile technology in a patient-centered orthodontic practice, *J. Clin. Orthod.* 35:245-253, 2001.
16. Hsu, S.S.; Gateno, J.; Bell, R.B.; Hirsch, D.L.; Markiewicz, M.R.; Teichgraber, J.F.; Zhou, X.; and Xia, J.J.: Accuracy of a computer-aided surgical simulation protocol for orthognathic surgery: A prospective multicenter study, *J. Oral*
17. Swennen, G.R.; Mollemans, W.; and Schutyser, F.: Three-dimensional treatment planning of orthognathic surgery in the era of virtual imaging, *J. Oral Maxillofac. Surg.* 67:2080-2092, 2009.
18. Xia, J.; Ip, H.H.; Samman, N.; Wang, D.; Kot, C.S.; Yeung, R.W.; and Tideman, H.: Computer-assisted three-dimensional surgical planning and simulation: 3D virtual osteotomy, *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.* 29:11-17, 2000.
19. Xia, J.; Samman, N.; Yeung, R.W.; Shen, S.G.; Wang, D.; Ip, H.H.; and Tideman, H.: Three-dimensional virtual reality surgical planning and simulation workbench for orthognathic surgery, *Int. J. Adult Orthod. Orthog. Surg.* 15:265-282, 2000.
20. Hernandez-Alfaro, F.; Guijarro-Martinez, R.; Molina-Coral, A.; and Badia-Escriche, C.: "Surgery first" in bimaxillary orthognathic surgery, *J. Oral Maxillofac. Surg.* 69:201-207, 2011.
21. Liou, E.J.; Chen, P.H.; Wang, Y.C.; Yu, C.C.; Huang, C.S.; and Chen, Y.R.: Surgery-first accelerated orthognathic surgery: Postoperative rapid orthodontic tooth movement, *J. Oral Maxillofac. Surg.* 69:781-785, 2011.
22. Nagasaka, H.; Sugawara, J.; Kawamura, H.; and Nanda, R.: "Surgery first" skeletal Class III correction using the Skeletal Anchorage System, *J. Clin. Orthod.* 43:97-105, 2009.
23. Yu, C.C.; Chen, P.H.; Liou, E.J.; Huang, C.S.; and Chen, Y.R.: A surgery-first approach in surgical-orthodontic treatment of mandibular prognathism — A case report, *Chang Gung Med. J.* 33:699-705, 2010.
24. Redmond, W.J.; Redmond, M.J.; and Redmond, W.R.: The OrthoCAD bracket placement solution, *Am. J. Orthod.* 125:645-646, 2004.
25. Sachdeva, R.C.: SureSmile technology in a patient-centered orthodontic practice, *J. Clin. Orthod.* 35:245-253, 2001.
26. Hsu, S.S.; Gateno, J.; Bell, R.B.; Hirsch, D.L.; Markiewicz, M.R.; Teichgraber, J.F.; Zhou, X.; and Xia, J.J.: Accuracy of a computer-aided surgical simulation protocol for orthognathic surgery: A prospective multicenter study, *J. Oral*