

razmerov postojannyh zubov parametram zubocheľjustnyh dug: avtoref. dis. ... d-ra med. nauk, Volgograd, 2011. 44 s.

7. Dmitrienko S. V., Dmitrienko D. S., Chizhikova T. S., Filimonova E. V. K voprosu opredelenija individual'nyh razmerov postojannyh zubov cheloveka // Ortodontija. 2009. № 2 (46). S. 20–22.

8. Dmitrienko D. S., Sevast'janov A. V., Fishhev S. B., Egorova A. V., Rtishhev S. S. Sootvetstvie razmerov postojannyh zubov

parametram zubnyh dug i kraniofacial'nogo kompleksa (obzor literatury) // Parodontologija. 2010. № 2. S. 18–20.

9. Efimova E. Ju., Dmitrienko D. S., Chizhikova T. S., Maksjutin I. A. Morfoloģicheskaĳa harakteristika zubocheľjustnyh segmentov nizhnej cheľjusti pri fizioloģicheskoj okkluzii postojannyh zubov // Stomatologija. 2009. T. 88, № 6. S. 9–11.

10. Klimova N. N., Dmitrienko S. V., Dmitrienko D. S., Bavlakova V. V., Sevast'janov A. V. K voprosu o postroenii dugi Hauleĳa // Ortodontija. 2011. № 2 (54). S. 11–13.

УДК 616.31–07

Авторское мнение

ВОЗМОЖНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ САД-КОМПЛЕКСОВ ПРИ ПОСТРОЕНИИ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ КОСТНОЙ ТКАНИ

Д. В. Иванов — ФГБОУ ВПО Саратовский государственный университет им. Н. Г. Чернышевского, зам. начальника отдела математического моделирования образовательно-научного института наноструктур и биосистем, кандидат физико-математических наук; **А. В. Лепилин** — ГБОУ ВПО Саратовский ГМУ им. В. И. Разумовского Минздрава России, заведующий кафедрой хирургической стоматологии и челюстно-лицевой хирургии, профессор, доктор медицинских наук; **Д. А. Смирнов** — ГБОУ ВПО Саратовский ГМУ им. В. И. Разумовского Минздрава России, ассистент кафедры хирургической стоматологии и челюстно-лицевой хирургии, кандидат медицинских наук; **А. В. Доль** — ФГБОУ ВПО Саратовский государственный университет им. Н. Г. Чернышевского, программист отдела математического моделирования образовательно-научного института наноструктур и биосистем, кандидат физико-математических наук.

THE POSSIBILITY OF DIFFERENT CAD SYSTEMS IN THE CONSTRUCTION OF MATHEMATICAL MODEL OF BONE TISSUE

D. V. Ivanov — Saratov State University n.a. N. G. Chernyshevsky, Institute of Nanostructures and Biosystems, Department of Mathematical Modeling, Candidate of Physical and Mathematical Science; **A. V. Lepilin** — Saratov State Medical University n.a. V. I. Razumovsky, Head of Department of Dental and Maxillofacial Surgery, Professor, Doctor of Medical Science; **D. A. Smirnov** — Saratov State Medical University n.a. V. I. Razumovsky, Department of Dental and Maxillofacial Surgery, Assistant, Candidate of Medical Science; **A. V. Dol** — Saratov State University n.a. N. G. Chernyshevsky, Institute of Nanostructures and Biosystems, Department of Mathematical Modeling, Candidate of Physical and Mathematical Science.

Дата поступления — 24.05.2013 г.

Дата принятия в печать — 01.07.2013 г.

Иванов Д. В., Лепилин А. В., Смирнов Д. А., Доль А. В. Возможности различных САД-комплексов при построении математической модели костной ткани // Саратовский научно-медицинский журнал. 2013. Т. 9, № 3. С. 403–405.

Современные методы диагностики состояния костной ткани челюстей в различных клинических ситуациях предполагают использование изображений компьютерной томографии. В ряде случаев для планирования лечения получение лишь объемного изображения недостаточно и необходимо создание расчетной биомеханической модели исследуемой области. Для реализации поставленной задачи возможно использование различных методов компьютерного дизайна и трехмерного моделирования.

Ключевые слова: математическая модель, напряженно-деформируемое состояние, Mimics, SolidWorks.

Ivanov D. V., Lepilin A. V., Smirnov D. A., Dol A. V. The possibility of different CAD systems in the construction of mathematical model of bone tissue // Saratov Journal of Medical Scientific Research. 2013. Vol. 9, № 3. P. 403–405.

Modern methods of diagnosing of maxillary bones in various clinical situations presume a method of computer tomography. In some cases, the treatment planning according to three-dimensional image cannot be performed and the question of creation of the biomechanical model study area arises. Various methods of computer-aided design and three-dimensional modeling are worth while using to achieve the realization of the task.

Key words: mathematical model, mode of deformation, Mimics, SolidWorks.

Возможности современной медицины постоянно растут и зачастую связаны с внедрением в практику эффективных и максимально информативных достижений в диагностике заболеваний. Например, выявление патологии костной ткани в полном объеме возможно при использовании компьютерной томографии. Указанный метод является на сегодняшний день общедоступным, и все большее количество клиницистов применяют его для выявления различных нозологических форм и планирования лечения.

Построение объемной модели, несомненно, дает преимущество перед плоскостным изображением. Но помимо простой визуализации костного объема

возникает необходимость создания расчетной биомеханической модели, на основе которой возможна реализация задачи приложения к кости нагрузки и определения возникающих в ней деформаций и напряжений.

На современном этапе биомеханику невозможно представить без математического и компьютерного моделирования. Компьютеры и кластеры с установленными на них мощными программными продуктами позволяют провести анализ процессов, происходящих в организме человека, выполнить виртуальную операцию и подобрать оптимальный размер имплантата или эндопротеза [1, 2].

Для построения геометрических моделей биологических объектов, как правило, применяют две методики. Первая основана на использовании САД-систем типа SolidWorks, а вторая — специализиро-

Ответственный автор — Смирнов Дмитрий Александрович
Адрес: 410033, Саратов, ул. Гвардейская, 18 «б», оф. 1.
Тел.: 89053692021
E-mail — sarvdr@yandex.ru

ванного программного обеспечения для обработки томограмм Mimics [3]. Создание модели происходит по результатам томографических исследований в варианте мультипланарного сканирования исследуемого объекта.

При использовании программы Mimics файлы срезов обрабатывают в полуавтоматическом режиме. Программа позволяет выделять нужные области на изображениях томограмм в соответствии с их цветом (оттенком серого). Каждому цвету на томограмме соответствует определенное значение плотности ткани или органа человека. Следовательно, выбрав интервал плотности, можно выделить требуемую ткань или орган человека.

Если использовать CAD-систему автоматизированного проектирования типа SolidWorks, то изображения поперечных срезов поочередно загружаются в программу, и оператор вручную обводит нужные контуры и создает плоские эскизы. Полученная совокупность эскизов используется для создания трехмерной солидной модели исследуемого объекта.

И в первом, и во втором случае построение модели невозможно без устранения артефактов, шероховатостей и неровностей рельефа.

Если рассматривать эти два метода с точки зрения пригодности построенной геометрической модели для выполнения численных расчетов и моделирования методом конечных элементов, то второй способ является более предпочтительным, так как при его использовании на выходе получается трехмерная геометрическая модель исследуемого объекта, которая состоит из объема, поверхностей его ограничивающих, линий и точек. Только в такой конфигурации трехмерная компьютерная геометрическая модель оказывается удобной для дальнейшей обработки, редактирования, постановки граничных условий и создания вычислительной сетки.

В случае, когда для создания геометрии объекта применяют программу Mimics, получают либо совокупность узлов вычислительной сетки, либо совокупность поверхностей, ограничивающих объект. Оба эти варианта оказываются неудобными как для задания граничных условий, так и для создания конечно-элементной сетки.

Моделирование в любом конечно-элементном программном комплексе проводится по стандартной схеме. Алгоритм решения задачи методом конечных элементов состоит из выбора математической модели, когда подразумевается необходимость выбора соответствующего конечного элемента или требуется задать дифференциальные уравнения, описывающие исследуемый процесс, создания или импорта геометрической модели, ввода свойств материалов, граничных и начальных условий и параметров, разбиения модели на конечно-элементную сетку, решения и обработки полученных результатов.

Нами поставлена задача: построение точной геометрической модели кости с использованием различных CAD-систем. Другими словами, построена модель одного и того же участка нижней челюсти двумя различными способами в программных комплексах Mimics и SolidWorks и осуществлено совмещение полученных моделей. В качестве контрольной использовалась построенная модель в Mimics, как общепризнанная при создании трехмерных изображений биологических объектов.

Для построения модели участка нижней челюсти с помощью Mimics в программу были загружены изображения, полученные с помощью компьютерной



Рис. 1. Модель нижней челюсти, построенная в программном комплексе Mimics

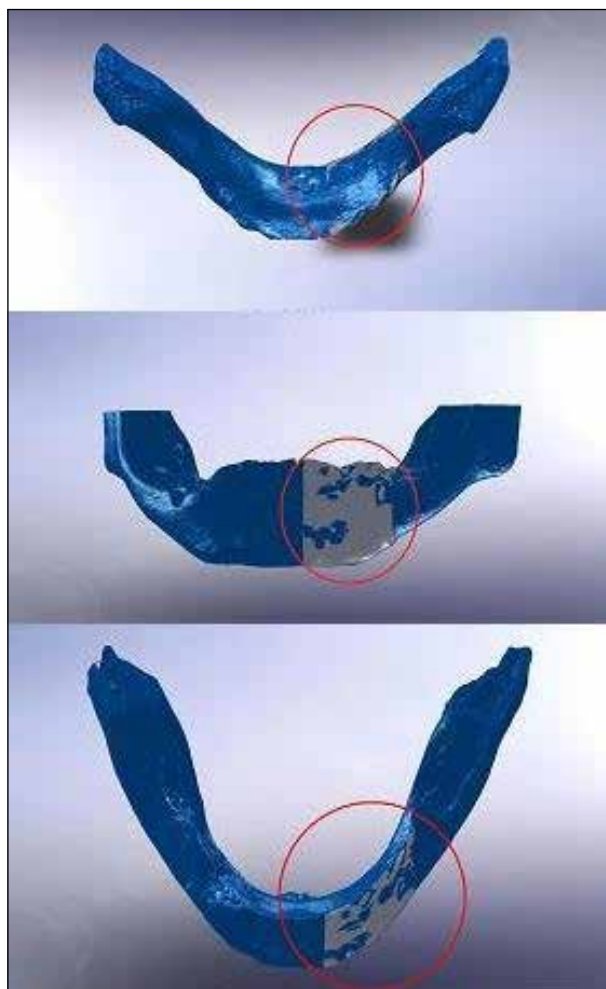


Рис. 2. Совмещение модели, созданной в SolidWorks, с моделью, созданной в Mimics.

томографии. Далее выделялись интересующие области костной ткани с помощью задания определенного диапазона серого цвета на томограмме. В полученном трехмерном изображении вычитались все незначимые элементы, модель сохранялась в формате STL, а сохраненный файл с расширением «.stl»

импортировался в программный пакет SolidWorks (рис. 1).

В созданную деталь добавлялась компьютерная геометрическая модель этого же участка костной ткани челюсти, построенная по срезам вручную в SolidWorks. Стандартными средствами программы два твердых тела перемещались так, чтобы совместить их нижние и верхние точки, а также область подбородочного отверстия. В результате получили практически точное их соответствие (рис. 2). Это позволяет нам использовать методику построения в CAD-комплексе типа SolidWorks для создания математической расчетной системы.

Однако необходимо отметить некоторые сложности, с которыми мы столкнулись при построении модели в программе Mimics. Программа подразумевает использование компьютерной томограммы в виде набора файлов с расширением «dicom» (.dcm). В ряде случаев вместо папки с указанными файлами томограммы были получены в виде совокупности файлов с другими расширениями или в виде единого файла «dicom». В таком виде обработка томограмм в комплексе Mimics не представлялась возможной.

При моделировании в программе SolidWorks удобные ситуации исключены, так как в систему импортируются только графические изображения срезов в стандартных форматах растровой графики типа jpeg. Последние могут быть получены с помо-

щью программ-визуализаторов, в которые загружаются данные компьютерной томографии.

Полученные компьютерные модели кости можно загружать в системы конечно-элементного анализа и проводить численные эксперименты.

Таким образом, построение индивидуализированной модели позволяет не только проанализировать ее геометрические особенности, но и исследовать напряженно-деформированное состояние созданной системы и дать прогноз поведения составляющих ее структур при воздействии нагрузок.

Библиографический список

1. Чуйко А. Н., Шинчуковский И. А. Биомеханика в стоматологии. Харьков, 2010. 468 с.
2. Чуйко А. Н., Калиновский Д. К., Левандовский Р. А., Грибов Д. А. Компьютерная томография и биомеханическое сопровождение в челюстно-лицевой хирургии с использованием комплекса Mimics-Ansys // Дентал Юг. 2012. № 5. С. 8–12.
3. Mimics [Электронный ресурс]. Belgium: Materialise, 2009. URL: <http://www.materialise.com/materialise/view/en/2408037>

Translit

1. Chujko A. N., Shinchukovskij I. A. Biomehanika v stomatologii. Har'kov, 2010. 468 s.
2. Chujko A. N., Kalinovskij D. K., Levandovskij R. A., Gribov D. A. Komp'juternaja tomografija i biomehanicheskoe soprovozhdenie v cheljustno-licevoj hirurgii s ispol'zovaniem kompleksa Mimics-Ansys // Dental Jug. 2012. № 5. S. 8–12.
3. Mimics [Jelektronnyj resurs]. Belgium: Materialise, 2009. URL: <http://www.materialise.com/materialise/view/en/2408037>

УДК 616.716.8–053.1–007.21/272-06-77-07-059 (021)

Оригинальная статья

ЛЕЧЕНИЕ ПАЦИЕНТОВ С РАЗЛИЧНЫМИ ФОРМАМИ ДЕФОРМАЦИЙ ЧЕЛЮСТЕЙ, ОСЛОЖНЕННЫМИ ЧАСТИЧНОЙ ПОТЕРЕЙ ЗУБОВ

С. Ю. Иванов — ГБОУ ВПО Нижегородская ГМА Минздрава России, заведующий кафедрой челюстно-лицевой хирургии и имплантологии ФГКВ, доктор медицинских наук; **М. Ю. Фомин** — Центр стоматологии и челюстно-лицевой хирургии, г. Обнинск, врач хирург-стоматолог; **А. Б. Дымников** — ЗАО Группа компаний «МЕДСИ», поликлиника № 2, врач хирург-стоматолог, кандидат медицинских наук; **А. А. Мураев** — ГБОУ ВПО Нижегородская ГМА Минздрава России, заведующий кафедрой челюстно-лицевой хирургии и имплантологии ФГКВ, ассистент, кандидат медицинских наук.

SURGICAL TREATMENT OF PATIENTS WITH DIFFERENT FORMS OF JAW DEFORMATIONS COMPLICATED BY PARTIAL LOSS OF TEETH

S. Yu. Ivanov — Nizhni Novgorod State Medical Academy, Head of Department of Maxillofacial Surgery and Implantology, Doctor of Medical Science; **M. Yu. Fomin** — Obninsk Center of Dentistry and Maxillofacial Surgery; **A. B. Dymnikov** — Group of companies MEDSI, Polyclinic № 2, Candidate of Medical Science; **A. A. Muraev** — Nizhni Novgorod State Medical Academy, Head of Department of Maxillofacial Surgery and Implantology, Assistant, Candidate of Medical Science.

Дата поступления — 15.05.2013 г.

Дата принятия в печать — 01.07.2013 г.

Иванов С. Ю., Фомин М. Ю., Дымников А. Б., Мураев А. А. Лечение пациентов с различными формами деформаций челюстей, осложненными частичной потерей зубов // Саратовский научно-медицинский журнал. 2013. Т. 9, № 3. С. 405–408.

Цель: оптимизация диагностики и планирования хирургического лечения пациентов с различными формами деформаций челюстей, осложненными частичной адентией. **Материал и методы.** Проведено комплексное лечение 16 пациентов с различными формами деформаций челюстей, осложненными вторичной адентией. Из них 7 пациентов с диагнозом «скелетная форма дистальной окклюзии», 9 пациентов с диагнозом «скелетная форма мезиальной окклюзии». **Результаты.** Для оценки результатов лечения через 6 месяцев проводили контрольную ортопантомографию, КТ и ТРГ, а также фотографирование лица и зубных рядов. Критериями успешного лечения считали нормальное состояние положения ВНЧС с обеих сторон, **стабильное** состояние центральной окклюзии, состояние жевательного аппарата, позволяющее полностью выполнять жевательную функцию, гармоничная, удовлетворяющая пациента внешность. **Заключение.** Серьезные достижения в области диагностики зубочелюстных аномалий, а также открывшиеся возможности 3D-визуализации при планировании ортогнатических операций наряду с совершенствованием хирургических техник позволяют добиваться прогнозируемого результата при лечении пациентов с различными формами деформаций челюстей. Прогресс в этой области приведет к расширению показаний к ортогнатическому лечению.

Ключевые слова: зубочелюстные аномалии, частичная адентия, деформации челюстей.