

УДК [616. 716. 8 + 617. 52] - 007. 21 - 089

ИНТРАОПЕРАЦИОННЫЙ НАВИГАЦИОННЫЙ КОНТРОЛЬ ПРИ УСТРАНЕНИИ ВРОЖДЕННЫХ СКЕЛЕТНЫХ АНОМАЛИЙ ЧЕЛЮСТНО-ЛИЦЕВОЙ ОБЛАСТИ

**Митрошенков П. П., Митрошенков П. Н.,
Пелишенко Т. Г.**

*ФГБОУ ВО «Московский государственный
медико-стоматологический университет им. А. И. Евдокимова»
Минздрава России, кафедра челюстно-лицевой
и пластической хирургии; «Клиническая больница № 1»
Управления делами Президента Российской Федерации,
отделение оториноларингологии и челюстно-лицевой хирургии,
г. Москва, Российская Федерация*

Цель работы — оценить точность компьютерной навигации в ортогнатической хирургии, анализируя положение остеотомированных фрагментов челюстей на виртуальных и послеоперационных моделях методом их совмещения относительно вертикальной, горизонтальной и сагиттальной плоскостей.

Объекты и методы. В ходе исследования было прооперировано 27 пациентов с различными асимметричными деформациями лицевого скелета. Этап виртуального предоперационного планирования выполняли в программах «Planner Launcher» (Polygonmed, Россия), «Dolphin Imaging» и в 3D-редакторе «Blender 2.79». Пациентам с гемифациальной микросомией помимо перемещений остеотомированных фрагментов лицевого скелета моделировали индивидуальные челюстно-лицевые имплантаты. Интраоперационный контроль положения остеотомированных фрагментов челюстей и индивидуальных имплантатов выполняли с использованием оптических навигационных станций «BrainLab 18070 Kick» (BrainLab, Германия) и «Stryker CranialMap CMF Version 2.0» (Stryker, США).

Результаты. Статистический анализ показал незначительную разницу между трехмерным планированием и реальным результатом операции в любом направлении ($p > 0,05$). Интраоперационный контроль положения остеотомированных фрагментов с использованием компьютерной навигации в ортогнатической хирургии позволяет значительно упростить процедуру позиционирования остеотомированных фрагментов во время операции, сократить длительность оперативного вмешательства, получить удовлетворительный эстетический результат лечения.

Заключение. Интраоперационный контроль положения остеотомированных фрагментов ММС с использованием компьютерной навигации в ортогнатической хирургии позволяет упростить процедуру позиционирования остеотомированных фрагментов, сократить время операции, получить удовлетворительный эстетический результат лечения с восстановлением окклюзии.

Ключевые слова: асимметричная деформация; компьютерная навигация; индивидуальные имплантаты; виртуальное ортогнатическое планирование; оптическая навигационная система.

INTRAOPERATIVE NAVIGATION CONTROL IN ELIMINATION OF CONGENITAL SKELETAL MAXILLOFACIAL ANOMALIES

Mitroshenkov P. P.,

Mitroshenkov P. N., Pelishenko T. G.

*Moscow State University of Medicine and Dentistry
named by A. I. Evdokimov; Clinical hospital N 1 of The Presidential
administration of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation*

The aim of this study was to evaluate an accuracy of computer navigation in orthognathic surgery, analyzing the position of osteotomized bone fragments on virtual and postoperative 3D models.

Objects and methods. During our study we operated 27 patients with different asymmetric deformations of facial skeleton. Virtual preoperative planning was performed at computer programs: «Planner Launcher» (Polygonmed, Russia), «Dolphin Imaging» и в 3D-editor «Blender 2.79». In patients with hemifacial microsomia, individual patient specific implants and osteotomized bone fragments movements were simulated. Intraoperative control of osteotomized bone segments and individual implants positioning was performed with using of optical navigation stations «BrainLab 18070 Kick» (BrainLab, Germany) and «Stryker CranialMap CMF Version 2.0» (Stryker, USA).

Results. Statistical analysis showed a small difference between three-dimensional planning and the postoperative result in any direction ($p > 0.05$). Intraoperative control of osteotomized bone fragments and individual patient specific implants positioning using computer navigation allows simplify significantly the positioning procedure during the surgery, reduce the surgical intervention duration and obtain a satisfactory esthetic treatment result.

Conclusion. Intraoperative control of the position of osteotomized MMC fragments using computer navigation in orthognathic surgery allows

to simplify the procedure for positioning osteotomized fragments, reduce the operation time, and obtain a satisfactory aesthetic result of treatment with the restoration of occlusion.

Keywords: asymmetric deformation; computer navigation; individual patient specific implants; virtual orthognatic planning; optical navigation system.

Введение. Одним из актуальных вопросов в современной челюстно-лицевой хирургии, является хирургическая реабилитация пациентов с врожденными аномалиями лицевого скелета. Ключевым фактором, определяющим результат лечения пациентов данной категории, является точность предоперационного планирования и прогнозируемость исхода лечения на основе интраоперационного контроля перемещений и позиционирования остеотомированных фрагментов челюстей [2, 5].

В настоящее время наибольшей популярностью пользуются методы виртуального планирования с моделированием окклюзионных и хирургических шаблонов. Индивидуальные шаблоны способствуют более точному проведению остеотомий лицевого скелета [2, 3, 4]. Однако методы шаблонной хирургии не исключают возникновение существенных погрешностей при позиционировании фрагментов челюстей, которые могут выявляться в послеоперационном периоде. По данным зарубежных авторов все чаще для интраоперационного контроля положения костных фрагментов применяются методы компьютерной навигации [1, 3, 4, 5]. Проведенный анализ современной специальной литературы, посвященной данному вопросу, показывает, что до настоящего времени у исследователей нет единого мнения о возможности применения метода компьютерной навигации в ортогнатической хирургии.

Цель работы – оценить точность компьютерной навигации в ортогнатической хирургии, анализируя положение остеотомированных фрагментов челюстей на виртуальных и послеоперационных моделях методом их совмещения относительно вертикальной, горизонтальной и сагиттальной плоскостей.

Объекты и методы. В ходе данного исследования было оперировано 27 пациентов в возрасте от 18 до 30 лет с асимметричными аномалиями прикуса II, III классов и гемифациальной микросомией (ГФМ). Всем пациентам на этапе предоперационной подготовки выполняли: телерентгенограммы (ТРГ) в прямой и боковой проекциях с расчетом линейных и угловых параметров лица в программе «Dolphin Imaging»; мультиспиральную компьютерную томографию (МСКТ) лицевого скелета. В 2 наблюдениях этап виртуаль-

ного предоперационного планирования выполняли в программном обеспечении «Planner Launcher» (Polygonmed, Россия). У остальных 25 пациентов, предоперационное планирование осуществляли в цефалометрической программе «Dolphin Imaging» и в 3D-редакторе «Blender 2.79». Пациентам с ГФМ помимо перемещений остеотомированных фрагментов лицевого скелета моделировали индивидуальные челюстно-лицевые имплантаты (тотальный эндопротез височно-нижнечелюстного сустава, включая ветвь и тело нижней челюсти). После этого виртуальную модель импортировали в навигационную станцию. Интраоперационный контроль положения остеотомированных фрагментов челюстей и индивидуальных челюстно-лицевых имплантатов выполняли с использованием оптических навигационных станций «BrainLab 18070 Kick» (BrainLab, ФРГ) и «Stryker CranialMap CMF 2.0» (Stryker, США). В послеоперационном периоде, с целью контроля положения перемещенных фрагментов и индивидуальных челюстно-лицевых имплантатов повторно выполняли МСКТ лицевого скелета. Сравнительный анализ результатов лечения проводили путем совмещения предоперационной виртуальной модели и послеоперационной модели в вертикальной (FHP), трансверсальной (MSP) и сагиттальной (COP) плоскостях. Процедура совмещения выполняли в программном обеспечении навигационной станции или в 3D-редакторах «Blender 2.79» и «Planner Launcher». Для анализа совмещения использовали следующие реперные точки: A, U1L, U1R, U6L, U6R.

Результаты. Все ортогнатические операции, выполненные с использованием интраоперационного контроля при помощи компьютерной навигации, проведены с хорошими функционально-эстетическими результатами. Процедуру регистрации головы пациента перед началом операции выполняли по стандартной методике с использованием реперных точек и естественных анатомических ориентиров, обозначенных на предоперационной виртуальной модели. При этом, среднее значение погрешности точности регистрации (TRE) составило $0,9 \pm 0,18$ мм. Абсолютные значения разницы между реальными и планируемыми перемещениями верхней челюсти находились в диапазоне от 0,72 до 1,12 мм в вертикальной, от 0,56 до 0,94 мм - в сагиттальной и от 0,39 до 0,58 мм - в трансверсальной плоскостях. Статистический анализ показал незначительную разницу между трехмерным планированием и реальным результатом операции в любом направлении ($p > 0,05$). В данном клиническом исследовании при выполнении стандартной процедуры регистрации помимо мягкотканых анатомических ориентиров были использованы

4 анатомических ориентира на лицевом скелете, которые позволили достичь приемлемой погрешности регистрации $0,9 \pm 0,18$ мм, что не противоречило большинству исследований и существенно не влияло на хирургическую точность [2, 4]. Следует отметить, что в современных публикациях, посвященных данному вопросу, нет четкого определения максимальной точности и минимальной погрешности при использовании компьютерной навигации в ортогнатической хирургии. Как правило, разница между линейными параметрами виртуальной и постоперационной моделей в 1,5 мм используется как приемлемый клинический стандарт, который существенным образом не влияет на функциональный и эстетический результат операции и не заметен при визуальном клиническом осмотре [3]. В соответствии с данными, полученными при клиническом исследовании различия между перемещениями остеотомированных фрагментов на виртуальной модели и контрольной послеоперационной 3D-модели черепа, оперированных пациентов, были незначительными. При этом максимальная погрешность по реперным точкам на твердых тканях отмечалась в вертикальной плоскости, то есть относительно FНР, и составляла значения в диапазоне от 0,72 до 1,12 мм ($p > 0,05$). В трансверсальной и сагиттальной плоскостях средние значения погрешности были менее 1 мм и находились в диапазоне 0,39–0,58 мм и 0,56–0,94 мм, соответственно. Полученные в клиническом исследовании данные средней погрешности сопоставимы с данными экспериментальных исследований по использованию компьютерной навигации на пластиковых моделях, опубликованных ранее другими исследователями [4]. Одним из возможных источников увеличения погрешности могут быть артефакты из-за брекетов и металлических реставраций в полости рта, которые могут исказить изображение лицевого скелета при определении положения реперных точек на этапе виртуального планирования [3]. Поэтому на этапе предоперационного планирования и послеоперационного контрольного обследования была использована МСКТ лицевого скелета без ортодонтических дуг. Анализ погрешности в позиционировании остеотомированных фрагментов на совмещенной модели показывает, что ее наибольшие значения имели место в дистальных отделах верхней и нижней челюстей, то есть на максимальном отдалении от области регистрации реперных точек. Так, в области жевательной группы зубов верхней челюсти и латеральной стенки верхнечелюстного синуса показатель погрешности был в пределах 1,2–1,8 мм по отношению ко всем трем плоскостям проецирования. По мере приближения в область реперных точек (U6, U1 и A) значение погрешности перемещалась

в диапазон 0-0,6 мм по цветной шкале. Минимальные значения погрешности были в реперных точках А и U1, находясь в диапазоне 0,44-0,65 мм по отношению к трансверсальной и сагиттальной плоскостям. В вертикальной плоскости этот показатель был незначительно выше (0,84-0,72 мм, соответственно). В реперных точках U6 значение погрешности в трансверсальной плоскости не превышало значений погрешности в реперных точках А и U1 (0,43-0,46 мм). Следует отметить, что в сагиттальной плоскости погрешность в точках U6 была в диапазоне 0,71-0,86 мм, превышая аналогичные параметры в точках А и U1 на 0,15-0,20 мм. В вертикальной плоскости погрешность в этих точках составила 1,07-1,12 мм. Увеличение величины погрешности в точках U6 относительно плоскостей FHP и COP по сравнению с аналогичным параметром в точках А и U1 может быть объяснено особенностями техники остеотомии верхней челюсти по Фор 1 и фиксации остеотомированного фрагмента, а именно: сложной конфигурацией плоскости остеотомии в вертикальной и сагиттальной проекции, невозможностью достижения абсолютной стабильной фиксации остеотомированного фрагмента верхней челюсти в дистальных отделах. Фиксация максилло-мандибулярного комплекса (ММС) к верхней челюсти технически возможно только по скуловому и носолобному контрфорсам, то есть только в передней трети средней зоны лица относительно сагиттальной плоскости. Помимо этого, необходимость ротации ММС в горизонтальной и вертикальной плоскостях, особенно при асимметричных деформациях, способствует возникновению костных диастазов по линии остеотомии, особенно в дистальных отделах остеотомированного фрагмента верхней челюсти. Поэтому абсолютная стабильность костных фрагментов возможна только по носолобному контрфорсу, то есть в реперных точках А и U1. В дистальных отделах стабильность фиксации относительная, что способствует смещению костных фрагментов в послеоперационном периоде и увеличению значений погрешности позиционирования относительно виртуальной предоперационной модели, что подтверждается данными других исследований [4]. По полученным данным средние значения погрешности не превышали 1 мм и не приводили к нарушениям эстетических пропорций лица в ближайшем и отдаленном послеоперационном периоде, а несоответствия по прикусу в дистальных отделах ММС, выявленные при послеоперационном контроле, были легко устранимы на завершающем ортодонтическом этапе лечения. Суммарный тест Wilcoxon показал незначительную разницу между виртуальным планом и реальным результатом ($p > 0,05$).

Следует отметить, что до настоящего времени некоторыми исследователями высказывается мнение о том, что при использовании компьютерной навигации необходимо дополнительное время для выполнения процедуры регистрации головы пациента на этапе начала операции, которое может значительно увеличивать длительность оперативного вмешательства [4]. Данное исследование показывает, что при достаточном опыте и наличии практических навыков выполнения процедуры регистрации, это занимает в среднем не более 5 минут, даже при возникновении необходимости перерегистрации головы пациента на этапах операции.

Заключение. Интраоперационный контроль положения остеотомированных фрагментов ММС с использованием компьютерной навигации в ортогнатической хирургии позволяет упростить процедуру позиционирования остеотомированных фрагментов, сократить время операции, получить удовлетворительный эстетический результат лечения с восстановлением окклюзии.

Литература.

1. Дробышев, А. Ю. Безрамная навигация в хирургическом лечении посттравматических дефектов и деформаций глазницы / А. Ю. Дробышев, О. В. Левченко, В. М. Михайлюков // Практическая медицина. – 2012. - № 59. – С. 187-191.
2. Intraoperative navigation for single-splint two-jaw orthognathic surgery: From model to actual surgery / H.-W. Chang [et al.] // J. of Cranio-Maxillofac. Surg. - 2015. - Vol. 43, N 7. - P. 1119-1126.
3. Schramm, A. Navigational surgery of the facial skeleton / A. Schramm, N.-C. Gellrich, R. Schmelzeisen. - Berlin Heidelberg (NY) : Springer, 2007.
4. The accuracy of image-guided navigation for maxillary positioning in bimaxillary surgery / Y. Sun [et al.] // The J. of Craniofac. Surg. - 2014. - Vol. 25, N 3. - P. 1095-1099.
5. Toward a higher accuracy in orthognathic surgery by using intraoperative computer navigation, 3D surgical guides, and/or customized osteosynthesis plates: A systematic review / M. Bempt [et al.] // J. of Cranio-Maxillofac. Surg. - 2018. - Vol. 46, N 12. - P. 2108-2119.