

© Team of authors, 2024 / © Коллектив авторов, 2024

3.1.7. Dentistry, 3.1.2. Maxillofacial surgery, 3.1.25. Radiation diagnostics /

3.1.7. Стоматология, 3.1.2. Челюстно-лицевая хирургия, 3.1.25. Лучевая диагностика

## Assessing the accuracy of postoperative results of virtual planning of the surgical stage in the combined treatment of patients with gnathic forms of malocclusion

S.A. Kolchin <sup>1</sup>, A.Yu. Drobyshev <sup>2</sup>, K.A. Kurakin <sup>3</sup>, T.M. Dibirov <sup>2</sup>, A.A. Miterev <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Private Dental Clinic "Doctor Levin", Moscow, Russia

<sup>2</sup>FBEI HPE A.I. Yevdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry, Moscow, Russia

<sup>3</sup>"Klazko" Clinic, Moscow, Russia

Contacts: Kolchin Sergey Alexandrovich – dr.sergei.kolchin@gmail.com

## Оценка точности послеоперационных результатов виртуального планирования хирургического этапа комбинированного лечения пациентов с гнатическими формами патологии прикуса

С.А. Колчин <sup>1</sup>, А.Ю. Дробышев <sup>2</sup>, К.А. Куракин <sup>3</sup>, Т.М. Дибиров <sup>2</sup>, А.А. Митерев <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Клиника Центр частной стоматологии «Доктор Левин», Москва, Россия

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Минздрава России, Москва, Россия

<sup>3</sup>Клиника Клазко, Москва, Россия

Контакты: Колчин Сергей Александрович – dr.sergei.kolchin@gmail.com

## 评估在联合治疗颌面畸形患者时，手术阶段的虚拟规划的术后结果的准确性

S.A. Kolchin <sup>1</sup>, A.Yu. Drobyshev <sup>2</sup>, K.A. Kurakin <sup>3</sup>, T.M. Dibirov <sup>2</sup>, A.A. Miterev <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Private Dental Clinic "Doctor Levin", Moscow, Russia

<sup>2</sup>FBEI HPE A.I. Yevdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry, Moscow, Russia

<sup>3</sup>"Klazko" Clinic, Moscow, Russia

通讯作者: Kolchin Sergey Alexandrovich – dr.sergei.kolchin@gmail.com

**Purpose of the study.** To improve the methods of preoperative planning of the surgical stage in the combined treatment of patients with jaw abnormalities using 3D technologies with subsequent assessment of the accuracy of the result obtained.

**Material and methods.** The study group included 90 patients with jaw malformations aged from 18 to 45 years. In the period from 2017 to 2021. Comprehensive examination, preoperative virtual planning, and combined treatment of the dentoalveolar abnormalities were performed in 45 female and 45 male patients. The patients were assigned into 3 equal groups of 30 subjects depending on the planning method. The quality of preoperative planning and postoperative results were assessed using 35 cephalometric measurements.

**Results.** According to the results of calculating the absolute magnitude of planned and actual relocations, as well as the deviation of postoperative values from the plan for each of the 35 measurements, inconsistencies were revealed in 20 of 35 coordinates in the FIRST group. The SECOND group showed inconsistencies in only 4 of the 35 measurements. The THIRD group had discrepancies in 7 out of 35 measurements.

**Conclusion.** The development of digital technologies in medicine has generated a wide range of tools to improve the accuracy of surgical planning and visualization of expected changes in the patient. The use of three-dimensional (3D) imaging techniques allows to combine information about the structure of the soft tissues of the face, facial skeleton, and dentition. Computer simulation of operations is becoming an increasingly important tool in the field of maxillofacial surgery, as it provides superior opportunities for preoperative planning and reduction of possible risks at all stages – before, during, and after surgery.

**Key words:** orthognathic surgery, virtual surgical planning, 3D analysis, CAD/CAM surgical splint, 3D-printed surgical splint

**Conflicts of interest.** The authors have no conflicts of interest to declare.

**Funding.** There was no funding for this study.

**For citation:** Kolchin S.A., Drobyshev A.Yu., Kurakin K.A., Dibirov T.M., Miterev A.A. Assessing the accuracy of postoperative results of virtual planning of the surgical stage in the combined treatment of patients with gnathic forms of malocclusion. *Head and neck. Russian Journal.* 2024;12(2):31–38

**Doi:** 10.25792/HN.2024.12.2.31-38

The authors are responsible for the originality of the data presented and the possibility of publishing illustrative material – tables, drawings, photographs of patients.

**Цель исследования.** Усовершенствование методов предоперационного планирования хирургического этапа комбинированного лечения пациентов с аномалиями челюстей с применением 3D-технологий с последующей оценкой точности полученного результата.

**Материал и методы.** В исследуемые группы вошли 90 пациентов с аномалиями развития челюстей в период с 2017 по 2021 г. в возрасте от 18 до 45 лет. Комплексное обследование, предоперационное виртуальное планирование и комбинированное лечение зубочелюстных аномалий провели 45 пациентам женского пола, 45 – мужского. Пациенты были распределены в 3 группы по 30 человек в зависимости от метода планирования. Оценку качества предоперационного планирования и послеоперационных результатов проводили по 35 цефалометрическим координатам.

**Результаты.** По результатам вычисления абсолютного размера планового и фактических перемещений, а также отклонения значений после операции от плана для каждой из 35 координат для первой группы были выявлены несоответствия в 20 из 35 координат. Для второй группы показали несоответствия только в 4 из 35 координат. Для третьей группы выявили несоответствия в 7 из 35 координат.

**Заключение.** Развитие цифровых технологий в медицине привело к появлению широкого спектра инструментов, направленных на повышение точности планирования операций и визуализации ожидаемых изменений у пациента. Использование трехмерных (3D) методов визуализации позволяет объединить информацию о структуре мягких тканей лица, лицевого скелета и зубного ряда. Компьютерное моделирование операций становится все более важным инструментом в области челюстно-лицевой хирургии, т.к. это предоставляет улучшенные возможности для предоперационного планирования и снижения возможных рисков на всех этапах – до, во время и после операции.

**Ключевые слова:** ортогнатическая хирургия, виртуальное хирургическое планирование, 3D анализ, CAD/CAM сплинт, 3D печать хирургического сплинта

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Финансирование.** Работа выполнена без спонсорской поддержки.

**Для цитирования.** Колчин С.А., Дробышев А.Ю., Куракин К.А., Дибиров Т.М., Митерев А.А. Оценка точности послеоперационных результатов виртуального планирования хирургического этапа комбинированного лечения пациентов с гнатическими формами патологии прикуса. *Head and neck. Голова и шея. Российский журнал.* 2024;12(2):31–38

**Doi:** 10.25792/HN.2024.12.2.31-38

Авторы несут ответственность за оригинальность представленных данных и возможность публикации иллюстративного материала – таблиц, рисунков, фотографий пациентов.

研究目的：利用3D技术改进手术阶段的术前计划，结合治疗患者的颌面异常，并随后评估所得结果的准确性。

材料和方法：研究组包括90名年龄在18至45岁之间、从2017年到2021年期间的颌面畸形患者。对45名女性和45名男性患者进行了全面检查、术前虚拟规划以及牙槽骨异常的联合治疗。根据计划方法，将患者分为三个各含30名受试者的相等组。使用35项头颅测量评估术前计划和术后结果的质量。

结果：根据计划和实际迁移量的绝对大小的计算结果，以及术后值与计划的偏差，第一组在35个坐标中有20个显示不一致。第二组仅在35个测量中有4个不一致。第三组在35个测量中有7个不一致。

结论：医学中数字技术的发展产生了改进手术计划精度和预期变化可视化的广泛工具。使用三维（3D）成像技术可以结合有关面部软组织、面骨骼和牙齿的信息。手术的计算机模拟正成为颌面外科领域日益重要的工具，因为它为术前计划提供了超越的机会，并减少了手术前、中、后各阶段的潜在风险。

关键词：矫形外科手术，虚拟手术规划，3D分析，CAD/CAM手术夹板，3D打印手术夹板

利益冲突：作者声明没有利益冲突。

资助：这项研究没有获得资助。

引用本文：Kolchin S.A., Drobyshev A.Yu., Kurakin K.A., Dibirov T.M., Miterev A.A. Assessing the accuracy of postoperative results of virtual planning of the surgical stage in the combined treatment of patients with gnathic forms of malocclusion. *Head and neck. Russian Journal.* 2024;12(2):31–38

**Doi:** 10.25792/HN.2024.12.2.31-38

作者负责所呈现数据的原创性以及出版插图材料的可能性——包括表格、图画、病人照片。

## Введение

Точное планирование лечения – один из основных этапов ортогнатической хирургии для получения оптимальных эстетических и окклюзионных результатов [1–4]. Тщательное планирование хирургического этапа комбинированного лечения пациентов с аномалиями развития челюстей играет ключевую роль в достижении оптимальных эстетических и функциональных результатов [1, 5–6, 15].

В последние годы значительные успехи были достигнуты в области диагностики, предоперационного планирования и лечения пациентов с аномалиями челюстей [8–9, 13, 15]. Применение современных методов диагностики, таких как конусно-лучевая объемная томография (КЛКТ), стереофотограмметрия и трехмерные программы компьютерного моделирования, обеспечивает получение точной и достоверной информации о строении черепа и мягких тканей лица [7, 10, 16].

Поэтому представляется актуальным поиск наиболее оптимальных методик планирования, направленных на повышение эффективности и качества проводимого лечения и предупреждение возникновения осложнений [1, 4, 16, 17], а также поиск наиболее точных методов оценки качества планируемого и проведенного хирургического лечения.

## Материал и методы

В исследуемые группы вошли 90 пациентов в возрасте от 18 до 45 лет, распределенные в 3 равные группы по 30 человек, в период с 2017 по 2021 г. Каждая группа представлена пациентами с диагнозом II и III скелетный класс. Комплексное обследование, предоперационное виртуальное планирование и комбинированное лечение зубочелюстных аномалий провели 45 пациентам женского пола, 45 – мужского. Оценка качества предоперационного планирования и послеоперационных результатов проводили по 35 цефалометрическим координатам.

Первая группа была представлена пациентами, которым проводился метод планирования с использованием хирургии гипсовых моделей и изготовлением акриловых сплнтов в зуботехнической лаборатории. Во второй группе использовался метод 3D-планирования в виртуальном программном обеспечении, с последующим изготовлением сплнтов с помощью 3D-принтера. В третьей группе также использовали метод 3D-планирования в виртуальном программном обеспечении, но сплнты были отфрезерованы при помощи CAD/CAM технологий.

Пациентам провели клинические и дополнительные методы обследования (КЛКТ, 3D-фотографирование, сканирование гипсовых моделей). Для планирования хирургического этапа комбинированного лечения использовали Dolphin Imaging 11.98.

Сопоставляли КЛКТ с 3D-фото пациента и сканированными моделями челюстей, проводили виртуальную остеотомию верхней челюсти по типу ЛеФорI, межкортикальную остеотомию нижней челюсти, остеотомию подбородочного отдела. В дальнейшем полученные в смыкании челюсти подвергались ротационным движениям, трансверзальным, горизонтальным, вертикальным перемещениям с целью эстетической коррекции профиля.

Измерения проводили для всех групп как на предоперационном этапе, так и на послеоперационных КЛОТ. КЛОТ с проведенной виртуальной остеотомией предоперационного этапа и послеоперационные КЛОТ были объединены нами в одной и той же системе координат на основе вокселей в программе Geomagic Control X 3D. Использовалась локальная система координат, которая определялась неподвижными анатомическими ориентирами черепа: 1) линией Or-Po, которая представляла собой ось Y (рис. 1А); 2) Ось Z параллельна среднесагитальной плоскостью (MSP), и представлена линией через Sella-Nasion-Dens (рис. 1Б); 3) Ось X определялась в соответствии с осями Y и Z (рис. 1В).

Установлены 3 исходные плоскости: 1) среднесагитальная плоскость (MSP) была определена N-S-Dens. Она представляет срединную линию черепа в переднезаднем (AP) направлении (рис. 1Б, 2А); 2) горизонтальная плоскость (HP) перпендикулярна оси Z и находится на плоскости. Плоскость содержит линию Or-Po, которая была использована в этом исследовании для напоминания FHP (рис. 2Б); 3) корональная плоскость (CP) перпендикулярна оси Y и проходит через Dens (рис. 2В).

Данные, извлеченные из хирургического плана до и после операции, были измерены и классифицированы следующим образом:

- 1) Коррекция средней линии, которая включает: а) движение уаw центральной плоскости верхней челюсти (MxCP) ( $^{\circ}$ ): угол, образованный MxCP и MSP; б) движение уаw центральной плоскости нижней челюсти (MdCP) ( $^{\circ}$ ): угол, образованный MdCP и MSP (рис. 3 А, Б).
- 2) Коррекция окклюзионной плоскости: а) движение pitch верхней челюсти ( $^{\circ}$ ): угол, образованный длинной осью центральных резцов верхней челюсти (линия проходит через U1 и точку между вершинами центральных резцов верхней челюсти) и горизонтальной плоскостью; б) Движение roll окклюзионной плоскости верхней челюсти (MxOP) ( $^{\circ}$ ): угол, образованный

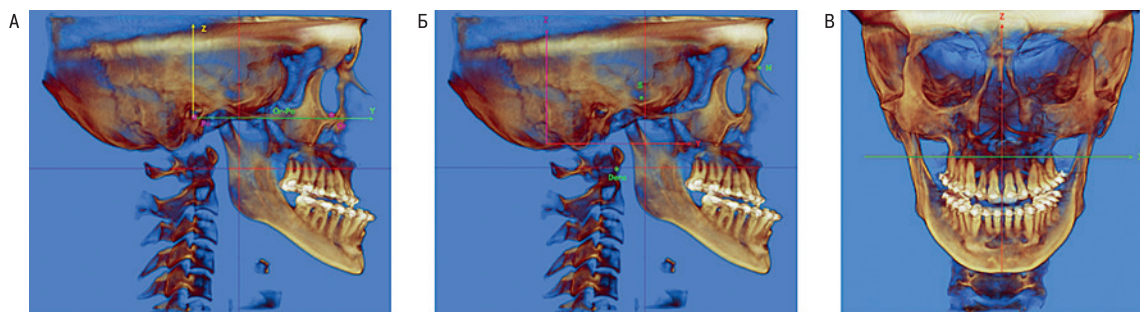


Рис. 1. А – линия Or-Po, которая представляет собой ось Y. Б – Ось Z параллельна среднесагитальной плоскостью (MSP), и представлена линией через Sella-Nasion-Dens. В – Ось X определяется в соответствии с осями Y и Z.

Figure 1. A – The Or-Po line, which represents the Y-axis. B – The Z-axis is parallel to the mid-sagittal plane (MSP) and is represented by a line through the Sella-Nasion-Dens. C – The X-axis is defined according to the Y and Z axes.

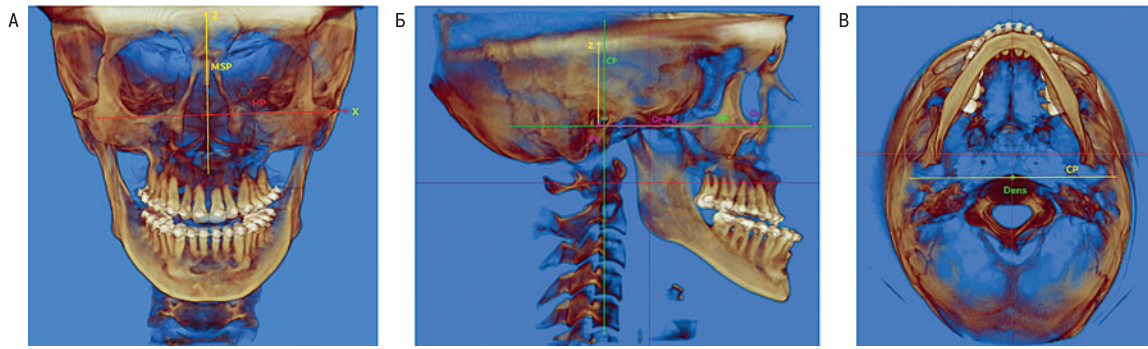


Рис. 2. А – среднесагитальная плоскость (MSP), она представляет срединную линию черепа в переднезаднем (AP) направлении, Б – горизонтальная плоскость (HP) перпендикулярна оси Z, которая была использована в этом исследовании для напоминания FHP, В – корональная плоскость (CP).

Figure 2. A is the mid-sagittal plane (MSP), it represents the midline of the skull in the anteroposterior (AP) direction, B is the horizontal plane (HP) perpendicular to the Z axis, which was used in this study to resemble the FHP, C is the coronal plane (CP).

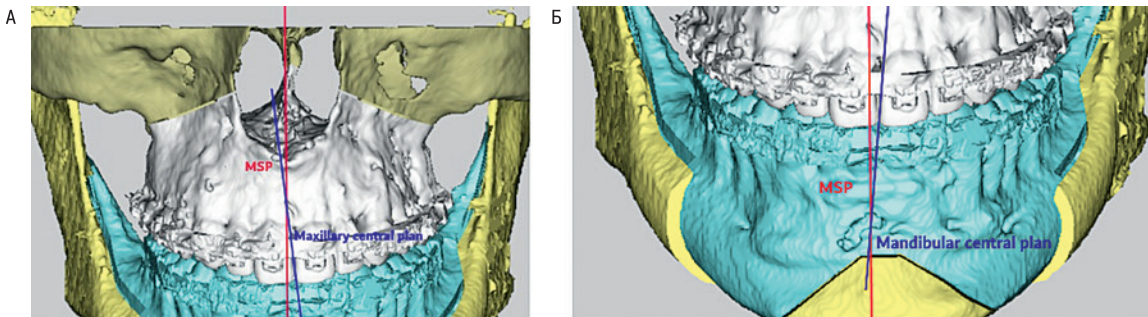


Рис. 3. А – движение уау центральной плоскости верхней челюсти (MxCP), Б – движение уау центральной плоскости нижней челюсти (MdCP).  
Figure 3. A – yaw motion of the maxillary central plane (MxCP), B – yaw motion of the mandibular central plane (MdCP).

окклюзионной плоскостью верхней челюсти и горизонтальной плоскостью; с) roll движение окклюзионной плоскости нижней челюсти (MdOP) ( $^{\circ}$ ): угол, образованный окклюзионной плоскостью нижней челюсти и горизонтальной плоскостью (рис. 4 А, Б, В).

3) Коррекция переднезаднего (AP) положения: а) отношение AP верхней и нижней челюсти ( $^{\circ}$ ): угол, образованный A-N-V (рис. 5а; б) AP положение верхней челюсти (мм): расстояние между точкой А и CP; с) AP положение нижней челюсти (мм): расстояние между В и CP (рис. 5Б).

4) Коррекция пропорции передней части лица: а) вертикальная высота верхней передней части лица (UAFH) (мм): расстояние между точкой N и ANS; б) вертикальная высота нижней передней части лица (LAFH) (мм): расстояние между ANS и Me; с) доля верхней и нижней передней части лица (UAFH / LAFH): соотношение между верхней и нижней передней частью лицевой высотой (рис. 6).

Для статистических сравнений использовали параметрические критерии: F-критерий Снедекора–Фишера и критерии Левина для проверки равенства дисперсий, критерий Уэлча – в случае стати-

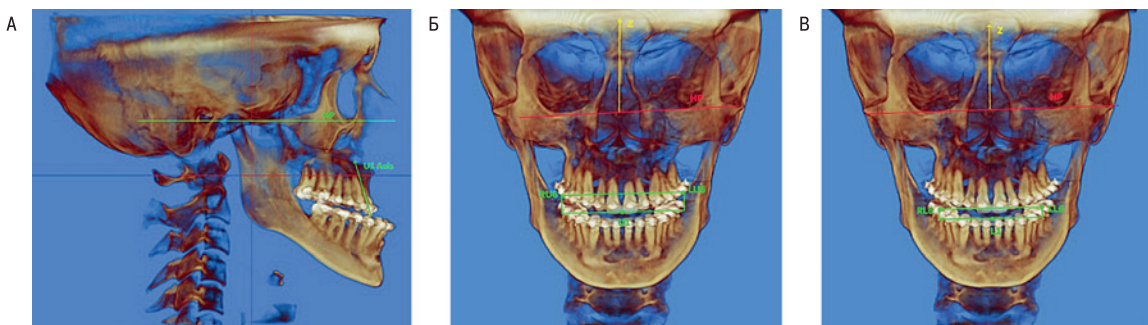


Рис. 4. А – линия через U1 и HP, Б – угол между MxOP и HP, В – угол между MdOP и HP.

Figure 4. A – line through U1 and HP, B – angle between MxOP and HP, C – angle between MdOP and HP.

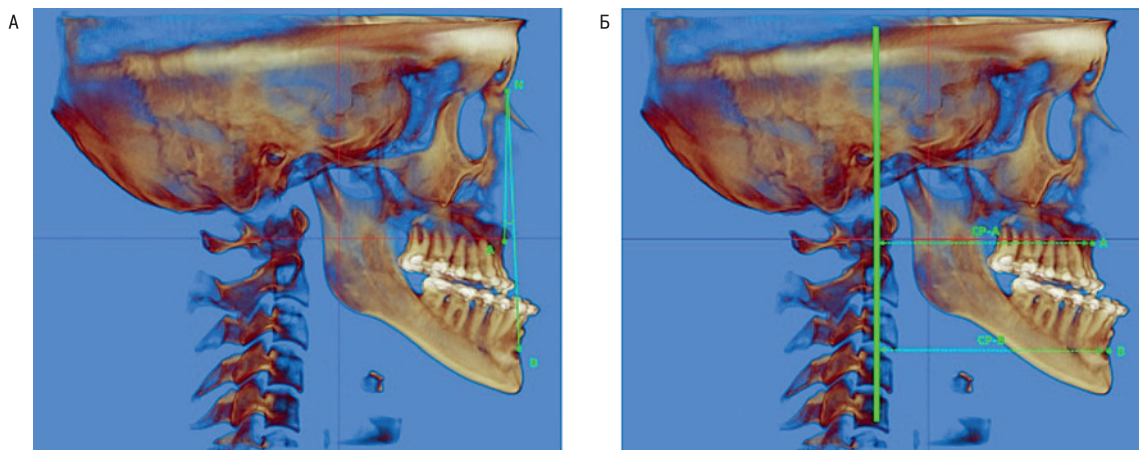


Рис. 5. А – угол ANB, Б – расстояния между точкой А и СР, точкой В и СР.

Figure 5. A - angle ANB, B - distances between point A and CP, point B and CP.

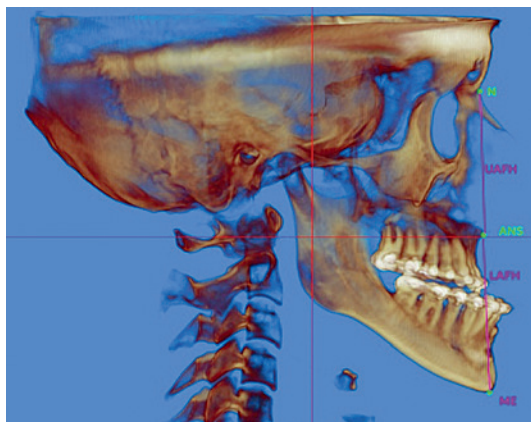


Рис. 6. Соотношение UAFH/LAFH

Figure 6. UAFH/LAFH ratio

стически значимо различающихся дисперсий, однофакторный дисперсионный анализ для независимых выборок.

Для множественных апостериорных сравнений, когда число сравниваемых выборок (групп) больше двух, использовали критерий Тьюки с поправкой на множественность сравнений по Бонферрони. Для вычислений использована программа PAST и JASP.

## Результаты

Наша цель состояла в том, чтобы определить наиболее эффективный способ переноса операционного планирования в хирургический этап комплексной реабилитации пациентов с аномалиями развития челюстей. Мы сравнили стандартный метод планирования с использованием спланта, изготовленного из быстротвердеющей пластмассы; сплнтов, изготовленных с помощью 3D-принтера или CAD/CAM фрезера. Для оценки точности планирования были соотнесены 90 КЛОТ на этапе планирования с 90 КЛОТ, проведенных через месяц после операции. По результатам вычисления абсолютного размера планового и фактических перемещений, а также отклонения значений после операции от плана для каждой из 35 координат для первой группы были выявлены несоответствия в 20

из 35 координат. Только координаты В\_X 1.19 мм (М) и 1.22 мм (Me), В\_Y 1.98 мм и 1.65 мм, Xi (R)\_Z 1.90 мм и 1.64 мм, Xi (L)\_X 1.74 мм и 1.84 мм, Xi (L)\_Y 1.90 мм и 1.67 мм, LU6\_X 1.88 мм и 1.72 мм, RL6\_X 1.84 мм и 1.48 мм, LL6\_X 1.93 мм и 1.62 мм, угол, образованный MxCP и MSP 1.45 и 1.53, угол, образованный MdCP и MSP 1.17 и 0.87, угол, образованный окклюзионной плоскостью верхней челюсти и горизонтальной плоскостью 0,76 и 0,66, угол, образованный окклюзионной плоскостью нижней челюсти и горизонтальной плоскостью 0,59 и 0,51,  $\angle$ ANB ( $^{\circ}$ ) 0.68 и 0.56, A-CP 1.64 и 1.51, UAFH/LAFH (%) 0.06 и 0.05 максимально близки в послеоперационный период к плановым значениям.

Результаты вычисления абсолютного размера планового и фактических перемещений, а также отклонения значений после операции от плана для каждой из 35 координат для второй группы показали несоответствия только в 4 из 35 координат (рис. 8). Различия были выявлены только в координатах В\_Y 2.26 мм и 1.80 мм,  $\angle$ U1 axis-HP( $^{\circ}$ ) 4.38 и 3.76, Изменение высоты верхней части лица UAFH 3.59 мм и 3.22 мм, Изменение нижней части высоты лица LAFH 3.00 мм и 2.13 мм.

Результаты вычисления абсолютного размера планового и фактических перемещений, а также отклонения значений после операции от плана для каждой из 35 координат для третьей группы выявили несоответствия в 7 из 35 координат (рис. 9). Различия выявлены в координатах A\_Z 2.33 мм и 1.33 мм, В\_Y 2.21 мм и 1.86 мм, В\_Z 2.01 мм и 1.40 мм, LU6\_Z 2.12 мм и 0.99 мм,  $\angle$ U1 axis-HP( $^{\circ}$ ) 4.03 и 2.87, Изменение высоты верхней части лица UAFH 2.80 мм и 2.27 мм, Изменение нижней высоты лица LAFH 3.76 мм и 3.38 мм.

## Обсуждение

Статистически значимые на уровне 0,005 различия в координатах, которые представляют собой первые моляры связано с изменением положением зубов за счет ортодонтической тяги в послеоперационный период, возможное пришлифовывание интраоперационно бугров моляров. Различия в координатах A, B, Xi,  $\angle$ MxCP и MSP зачастую связано с неконтролируемой ротацией во время операции. Изменения в переднезаднем положении Pog-CP чаще всего обусловлено активным мышечным гипертонусом в послеоперационном периоде.

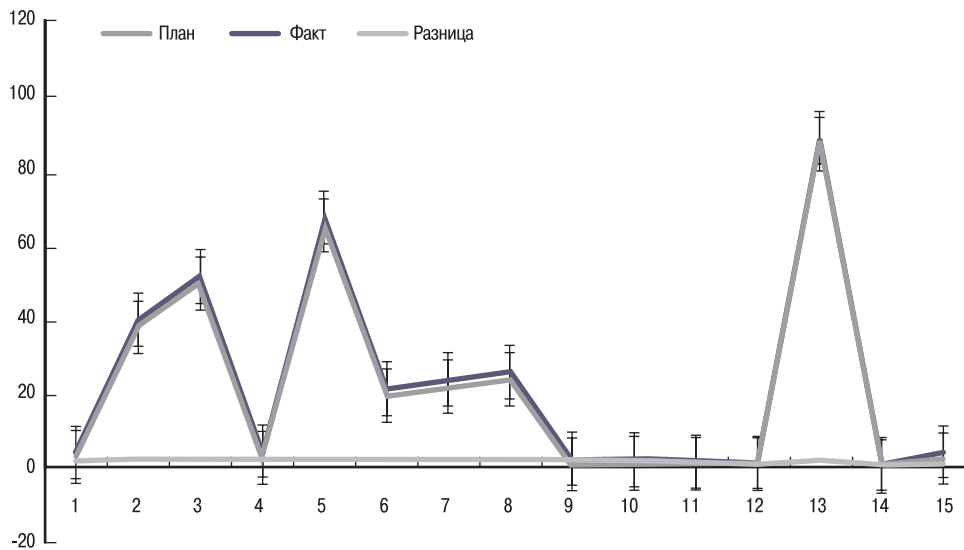


Рис. 7. На рис. 7 представлены 15 координат из 35, которые максимально приближены к выполнению плана. Точка В по осям X (1) и Y (2) (самая глубокая точка на передней поверхности нижнечелюстного симфиза); точка Xi (R)\_Z (3) (нижняя точка правого нижнечелюстного отверстия), точка Xi (L) по осям X (4) и Y (5) (нижняя точка левого нижнечелюстного отверстия), точка LU6 по оси X (6) (наивысшая точка переднего щечного бугра зуба 2.6); точка RL6 по оси X (7) (наивысшая точка переднего щечного бугра зуба 4.6); точка LL6 по оси X (8) (наивысшая точка переднего щечного бугра зуба 3.6); угол между центральной плоскостью верхней челюсти и среднесагитальной плоскостью (9); угол между плоскостью нижней челюсти и среднесагитальной плоскостью (10); угол между центральной плоскостью верхней челюсти и горизонтальной плоскостью (11); угол между плоскостью нижней челюсти и горизонтальной плоскостью (12); изменения в переднезаднем положении верхней челюсти A-CP (13); изменение вертикальной части высоты лица UAFH LAFH (14); угол ANB (15).

Figure 7. Fig. 7 shows the 15 coordinates out of 35 that are as close as possible to the execution of the plan. Point B on the X (1) and Y (2) axes (deepest point on the anterior surface of the mandibular symphysis); point Xi (R)\_Z (3) (lowest point of the right mandibular foramen), point Xi (L) on the X (4) and Y (5) axes (lowest point of the left mandibular foramen), point LU6 on the X (6) axis (highest point of the anterior buccal tubercle of tooth 2.6); point RL6 on the X-axis (7) (highest point of the anterior buccal tubercle of tooth 4.6); point LL6 on the X-axis (8) (highest point of the anterior buccal tubercle of tooth 3.6); angle between the maxillary central plane and the mid-sagittal plane (9); angle between the mandibular plane and the mid-sagittal plane (10); angle between the maxillary central plane and the horizontal plane (11); angle between the mandibular plane and the horizontal plane (12); changes in the anteroposterior position of the maxilla A-CP (13); changes in the vertical portion of the facial height UAFH LAFH (14); ANB angle (15).

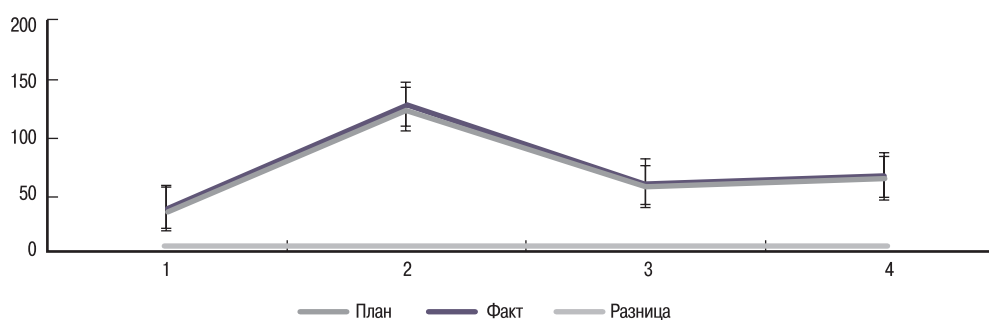


Рис. 8. При среднем отклонении во второй группе есть несоответствия в 4 из 35 координат: 1) точка В по оси Y (самая глубокая точка на передней поверхности нижнечелюстного симфиза); 2) угол, образованный углом наклона  $\angle U1$  axis-HP( $^{\circ}$ ); 3) изменение высоты верхней части лица UAFH; 4) изменение высоты нижней части лица LAFH.

Figure 8. For the mean deviation in the second group, there are discrepancies in 4 of the 35 coordinates: 1) point B on the Y axis (the deepest point on the anterior surface of the mandibular symphysis); 2) the angle formed by the tilt angle  $\angle U1$  axis-HP( $^{\circ}$ ); 3) change in the upper facial height UAFH; and 4) change in the lower facial height LAFH.

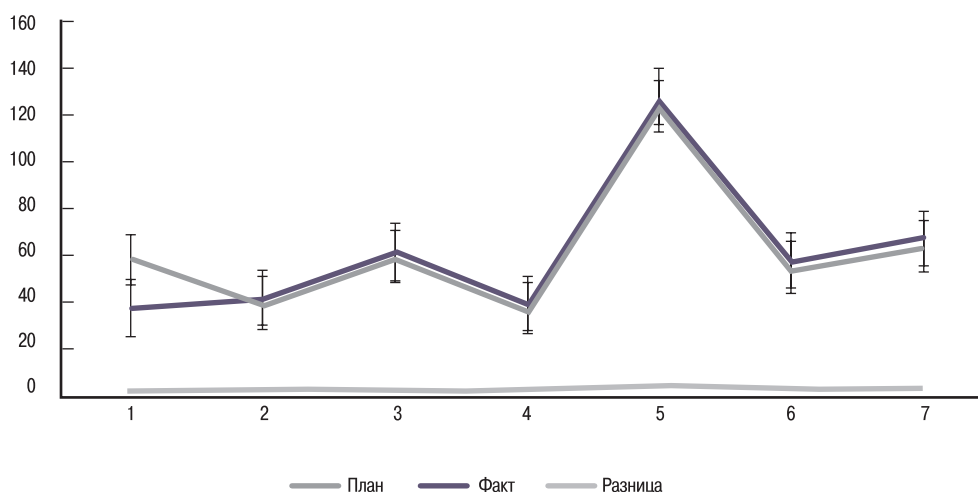


Рис. 9. При среднем отклонении в третьей группе есть несоответствия в 7 из 35 координат: 1) Точка А по оси Z (точка, которая находится на средней линии в области наиболее вогнутой части альвеолярного отростка верхней челюсти); точка В по осям Y (2) и Z (3) (самая глубокая точка на передней поверхности нижнечелюстного симфиза); 4) точка LU6 по оси Z (наивысшая точка переднего щечного бугра зуба 2.6); 5) угол, образованный углом наклона  $\angle U1 \text{ axis-HP}(\circ)$ ; 6) изменение высоты верхней части лица UAFH; 7) изменение высоты нижней части лица LAFH.

Figure 9. For the mean deviation in the third group, there are discrepancies in 7 out of 35 coordinates: 1) Point A on the Z axis (the point on the midline in the region of the most concave part of the alveolar process of the maxilla); point B on the Y (2) and Z (3) axes (the deepest point on the anterior surface of the mandibular symphysis); 4) point LU6 on the Z axis (the highest point of the anterior buccal tubercle of tooth 2.6); 5) the angle formed by the tilt angle  $U1 \text{ axis-HP}(\circ)$ ; 6) change in the upper facial height UAFH; 7) change in the lower facial height LAFH.

Проведенное исследование позволяет сделать выводы, что виртуальное хирургическое планирование играет важную роль в достижении более предсказуемых результатов в ортогнатических хирургических манипуляциях. Различные методы перевода виртуального хирургического плана в реальность (3D-сплинты, CAD/CAM-сплинты) могут повлиять на результат. Внутренние опорные плоскости, использованные в данном исследовании для оценки точности хирургического плана, обладают несколькими преимуществами. Первоначально они определяются неподвижными точками черепа, которые не могут быть затронуты хирургическими манипуляциями или выраженной асимметрией челюстно-лицевой области. Кроме того, многие точки, использованные в анализе, уже применяются в цефалометрии, что может быть известно другим докторам [6, 16].

## Заключение

Широкое внедрение цифровых технологий в медицинской сфере привело к появлению множества инструментов, нацеленных на повышение точности предоперационного планирования и визуализации предстоящих изменений у пациентов. Использование трехмерных (3D) методов визуализации и планирования позволяет объединить данные о мягких тканях лица, скелете и зубах, что способствует созданию индивидуально адаптированных планов остеотомии и оценке различных хирургических сценариев в виртуальной среде. Значение компьютерного моделирования операций в области челюстно-лицевой хирургии постепенно увеличивается, поскольку эти технологии предлагают улучшенные возможности для предоперационного планирования и снижения рисков на всех этапах лечения: до операции, во время нее и после нее.

В данном исследовании все измерения проводил один и тот же человек, чтобы уменьшить возможные расхождения между оценкой положения цефалометрических точек.

## ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Дробышев А.Ю. Основы обследования, планирования и оперативного лечения больных с врожденными аномалиями и деформациями челюстей. Учебно-методическое пособие. М., 2007. 42 с. [Drobyshev A. Yu., Anastasov G. *Fundamentals of orthognathic surgery*. М., 2007. 42 P. (In Russ.)].
2. Дробышев А.Ю. Осложнения в ортогнатической хирургии. Конференция «Основы ортогнатической хирургии». 6–8 февраля 2016 г. СПб [Drobyshev A. Yu. *Complications in orthognathic surgery*. Conference «Fundamentals of Orthognathic Surgery». February 6–8, 2016 St. Petersburg, J.
3. Дробышев А.Ю., Анастасов Г. Основы ортогнатической хирургии. М., 2007. [Drobyshev A. Yu., Anastasov G. *Fundamentals of orthognathic surgery*. М., 2007 (In Russ.)].
4. Baan F., Liebrechts J., Xi T., et al. A new 3D tool for assessing the accuracy of Bimaxillary surgery: the OrthoGnathicAnalyser. *PLoS One*. 2016;11:e0149625.40.
5. Chin S.J., Wilde F., Neuhaus M., et al. Accuracy of virtual surgical planning of orthognathic surgery with aid of CAD/CAM fabricated surgical splint—a novel 3D analyzing algorithm. *J. Craniomaxillofac. Surg.* 2017;45:1962–70.
6. Chin S.J., Wilde F., Neuhaus M., et al. Accuracy of virtual surgical planning of orthognathic surgery with aid of CAD/CAM fabricated surgical splint—a novel 3D analyzing algorithm. *J. Craniomaxillofac. Surg.* 2017;45:1962–70.
7. Naini F.B. *Orthognathic Surgery Principles, Planning and Practice*. London UK. 2017. P. 23–82.

8. Ho C.T., Lin H.H., Liou E.J., Lo L.J. Three-dimensional surgical simulation improves the planning for correction of facial prognathism and asymmetry: a qualitative and quantitative study. *Sci. Rep.* 2017;7:40423.
9. Ritto F.G., Schmitt A.R.M., Pimentel T., et al. Comparison of the accuracy of maxillary position between conventional model surgery and virtual surgical planning. *Int. J. Oral. Maxillofac. Surg.* 2017;47:160–6.
10. Shaheen E., Sun Y., Jacobs R., Politis C. Three-dimensional printed final occlusal splint for orthognathic surgery: design and validation. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.* 2017;46:67–71.
11. Steinhuber T., Brunold S., Gartner C., et al. Is virtual surgical planning in Orthognathic surgery faster than conventional planning? A time and workflow analysis of an office-based workflow for single- and double-jaw surgery. *J. Oral Maxillofac. Surg.* 2018;76:397–407.
12. Steinhuber T., Brunold S., Gartner C., et al. Is virtual surgical planning in Orthognathic surgery faster than conventional planning? A time and workflow analysis of an office-based workflow for single- and double-jaw surgery. *J. Oral Maxillofac. Surg.* 2018;76:397–407.
13. Stokbro K., Aagaard E., Torkov P., et al. Surgical accuracy of three-dimensional virtual planning: a pilot study of bimaxillary orthognathic procedures including maxillary segmentation. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.* 2016;45:8–18.
14. Suojanen J., Leikola J., Stoor P. The use of patient-specific implants in orthognathic surgery: A series of 32 maxillary osteotomy patients. *J. Cranio-Maxillofacial. Surg.* 2016;44(12):1913–6.
15. Swennen G.R.J., Mollemans W., Schutyser F. Three-dimensional treatment planning of orthognathic surgery in the era of virtual imaging. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.* 2009;67:2080–92.
16. Wu T.Y., Lin H.H., Lo L.J., Ho C.T. Postoperative outcomes of two- and three-dimensional planning in orthognathic surgery: a comparative study. *J. Plast. Reconstr. Aesthet. Surg.* 2017;70:1101–11.
17. Zhang N., Liu S., Hu Z., et al. Accuracy of virtual surgical planning in two-jaw orthognathic surgery: comparison of planned and actual results. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol.* 2016;122:143–51.

Поступила 05.05.2022

Получены положительные рецензии 12.07.23

Принята в печать 05.10.23

Received 05.05.2022

Positive reviews received 12.07.23

Accepted 05.10.23

**Вклад авторов.** С.А. Колчин — набор материала, статистический анализ, написание текста. А.Ю. Дробышев — концепция и дизайн исследования, научное редактирование, набор материала. К.А. Куракин, Т.М. Дибиров, А.А. Митерев — набор материала.

**The contribution of the authors.** S.A. Kolchin — material collection, statistical analysis, text writing. A.Yu. Drobyshev — research concept and design, scientific editing, material collection. K.A. Kurakin, T.M. Dibirov, A.A. Miterev — material collection.

#### Информация об авторах:

Колчин Сергей Александрович — к.м.н., челюстно-лицевой хирург, клиника Центр частной стоматологии «Доктор Левин». Адрес: Москва, ул. Льва Толстого, 5/1; e-mail: dr.sergei.kolchin@gmail.com. ORCID: 0000-0003-2547-3448.

Дробышев Алексей Юрьевич — д.м.н., профессор, заслуженный врач Российской Федерации, заведующий кафедрой челюстно-лицевой и пластической хирургии ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Минздрава России. Адрес: Москва, улица Долгоруковская, д.4. ORCID: 0000-0002-1710-6923.

Куракин Константин Александрович — к.м.н., челюстно-лицевой хирург, клиника Клазко. Адрес: Москва, ул. М. Грузинская, д.20/13, с.1. ORCID: 0000-0002-9297-646X.

Дибиров Тимур Магомедбекович — к.м.н., доцент кафедры челюстно-лицевой и пластической хирургии ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Минздрава России. Адрес: Москва, улица Долгоруковская, д.4. ORCID: 0000-0003-0876-928X.

Митерев Андрей Александрович — к.м.н., ассистент кафедры челюстно-лицевой и пластической хирургии ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Минздрава России. Адрес: Москва. ORCID: 0000-0003-3735-7022.

#### Information about the authors:

Sergei Alexandrovich Kolchin — Candidate of Medical Sciences, Maxillofacial Surgeon, Private Dental Clinic “Doctor Levin”, Moscow, Russia. Address: 5/1 Lva Tolstogo St., Moscow; e-mail: dr.sergei.kolchin@gmail.com. ORCID: 0000-0003-2547-3448.

Alexey Yuryevich Drobyshev — Doctor of Medical Sciences, Professor, Honored Physician of the Russian Federation, Head of the Department of Oral, Maxillofacial and Plastic Surgery, FSBEI HE ROSUNIMED of MOH of Russia. Address: 4 Dolgorukovskaya Street, Moscow. ORCID: 0000-0002-1710-6923.

Konstantin Alexandrovich Kurakin — Candidate of Medical Sciences, Maxillofacial Surgeon, “Klazko” Clinic, Moscow, Russia. Address: 20/13 M. Gruzinskaya St., bldg. 1, Moscow. ORCID: 0000-0002-9297-646X.

Timur Magomedbegovich Dibirov — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Oral, Maxillofacial and Plastic Surgery, FSBEI HE ROSUNIMED of MOH of Russia. Address: 4 Dolgorukovskaya Street, Moscow. ORCID: 0000-0003-0876-928X.

Andrey Alexandrovich Miterev — Candidate of Medical Sciences, Assistant of the Department of Oral, Maxillofacial and Plastic Surgery, FSBEI HE ROSUNIMED of MOH of Russia. Address: 4 Dolgorukovskaya Street, Moscow. ORCID: 0000-0003-3735-7022.