

# Сравнительный анализ объема верхних дыхательных путей у пациентов со II и III скелетными классами гнатических форм зубочелюстных аномалий до и после лечения

Е.Г. Свиридов, Д.А. Рязанцев, О.И. Изотов, Д.С. Тония, В.В. Заборовский, А.Ю. Дробышев

ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Россия

## РЕЗЮМЕ

**Актуальность.** Наличие нарушений функции внешнего дыхания у пациентов страдающими скелетными формами аномалий окклюзии является актуальной медицинской проблемой. **Целью** данного исследования было провести анализ объема верхних дыхательных путей с использованием специализированного ПО у пациентов прошедшим комбинированное лечение зубочелюстных аномалий. **Материалы и методы.** При помощи предложенного А.В. Глушко метода нами был проведен сравнительный анализ объема верхних дыхательных путей и минимальной аксиальной площади у 30 пациентов со вторым и третьим скелетными классами зубочелюстных аномалий. В исследование включались пациенты с основываясь на индексе нуждаемости в ортогнатическом лечении предложенным Ireland A.J. и соавт. со значениями выше Great Treatment Needed. **Выводы.** В результате нами было установлено, что при нормализации лицевых признаков и зубочелюстных взаимоотношений после проведения ортогнатической операции объемы верхних дыхательных путей у пациентов со вторым и третьим скелетными классами зубочелюстных аномалий становится сопоставимо равными.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** ортогнатическая хирургия, объем дыхания, зубочелюстные аномалии, комбинированное лечение, объем верхних дыхательных путей.

**КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

## Comparative analysis of upper respiratory tract volume in patients with class ii and class iii skeletal forms of dentofacial anomalies before and after treatment

E.G. Sviridov, D.A. Ryazantsev, O.I. Izotov, D.S. Toniiia, V.V. Zaborovsky, A.Yu. Drobyshev

«Russian University of Medicine» of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia

## SUMMARY

**Relevance.** The presence of impaired external respiration function in patients with skeletal forms of occlusal anomalies represents a significant medical challenge. **Objective.** This study aimed to analyse the volume of the upper airways using specialised software in patients who had undergone combined treatment for dentofacial anomalies. **Materials and methods.** Using the method proposed by A.V. Glushko, we conducted a comparative analysis of the upper airway volume and minimal axial area in 30 patients with skeletal Class II and Class III dentofacial anomalies. Patient inclusion was based on the Index of Orthognathic Treatment Need (proposed by Ireland A. J. et al.), with scores exceeding the «Great Treatment Needed» threshold. **Results and conclusions.** Our findings demonstrate that following orthognathic surgery and the subsequent normalisation of facial features and dentofacial relationships, the upper airway volumes in patients with skeletal Class II and Class III dentofacial anomalies become comparably equal.

**KEYWORDS:** orthognathic surgery, respiratory volume, dentofacial anomalies, combined treatment, upper airway volume.

**CONFLICT OF INTEREST.** The authors declare that they have no conflicts of interest.

## Введение

Скелетные формы аномалий зубочелюстной системы имеют высокое распространение среди населения. Л.С. Персин, и соавторы отмечают встречаемость зубочелюстных аномалий у 30% подростков и взрослых. Данные аномалии сопровождаются не только нарушением соотношения зубных рядов, но и несоответствием размеров и положения челюстей [8].

Высокая встречаемость зубочелюстных аномалий у пациентов является следствием вариабельности этиологических факторов, приводящих к появлению данной формы патологии: патология ЛОР-органов (аденоиды 2–3 степени,

искривление носовой перегородки, хронические синуситы), инфантильный тип глотания, макроглоссия, укорочение уздечки языка, генетические факторы, вредные привычки (прокладывание языка и пальца между зубами) [7].

Аномалии развития челюстей приводят не только к нарушению функции зубочелюстной системы и эстетических параметров лица, но могут также приводить и к изменению объема и минимальной аксиальной площади верхних дыхательных путей (минимальный, в поперечном сечении, участок верхних дыхательных путей, перпендикулярный воздушному потоку, МАА, minimal axial area, термин взят из диссертации Глушко А.В.) [2, 10, 11].

Изменение объема и минимальной аксиальной площади верхних дыхательных путей приводит к стойким функциональным нарушениям, таким как: синдром ночного апноэ, гипопноэ, что в свою очередь приводит к снижению качества жизни таких пациентов [3].

У пациентов со вторым скелетным классом зубочелюстных аномалий отмечается уменьшение объема верхних дыхательных путей. Ретроположение нижней челюсти приводит к сужению дыхательных путей, что влечет за собой такие функциональные нарушения как уменьшение жизненной емкости легких, резервного объема вдоха и выдоха, индекса Тиффно (отношения объема форсированного выдоха за 1 с к жизненной емкости легких) [2].

У пациентов со скелетными аномалиями челюстей встречаемость функциональных нарушений дыхания (храп, ночное апноэ) доходит до 20% [15].

Ортогнатическая операция является одним из наиболее эффективных методов коррекции данных функциональных нарушений у пациентов со вторым и третьим скелетными классами. Остеотомия верхней челюсти по типу Ле Фор 1, межкортикальная остеотомия нижней челюсти с постановкой в ортогнатическое соотношение позволяет не только провести коррекцию окклюзии и эстетических параметров лица, но и нормализовать объем верхних дыхательных путей, за счет перемещения челюстей. Степень изменения объема верхних дыхательных путей зависит от типа аномалии и характера перемещений [1, 3, 6, 9].

Учитывая распространенность гнатических форм зубочелюстных аномалий, тяжесть функциональных нарушений со стороны системы дыхания, степень влияния на качество жизни пациентов, лечение пациентов с данными формами функциональных нарушений со стороны системы дыхания (синдром ночного апноэ, гипопноэ) является актуальной проблемой.

### Цель исследования

Проведение анализа характера и степени изменения объема верхних дыхательных путей и минимальной аксиаль-

ной площади у пациентов со вторым и третьим скелетным классом до и после проведения ортогнатической операции.

### Материалы и методы

Исследование проводилось на базе кафедры челюстно-лицевой и пластической хирургии, клиники КЦ ЧЛХиС ФГБОУ ВО РУМ МЗ РФ НОИС им. А.И. Евдокимова г. Москва. Было проведено обследование 30 пациентов: мужского и женского пола возрастом от 19 до 43 лет, 23 женского пола, 7 мужского пола, из которых 15 пациентов со вторым скелетным классом зубочелюстных аномалий (12 женского пола, 3 мужского пола) и 15 пациентов с третьим скелетным классом зубочелюстных аномалий (11 женского пола, 4 мужского пола). Пациентов включали в исследование, основываясь на разработанном Ireland A.J. и соавт. [14], индексе нуждаемости в ортогнатическом лечении (IOFTN). В исследование были включены пациенты с индексом IOFTN от Very Great Treatment Needed до Great Treatment Needed.

Измерение объема верхних дыхательных путей было проведено, согласно предложенному А.В. Глушко методу [13], при помощи специального модуля Airway в программном обеспечении Dolphin Imaging Software®. Для расчета необходимо провести выделение исследуемой области воздушного пространства с использованием плоскостей, проходящих через все срезы компьютерной томографии в заданных плоскостях с целью ограничения исследуемой области в сагиттальной, трансверсальной и аксиальной плоскостях. Первым этапом проводится локализация твердотканых и мягкотканых точек в сагиттальной плоскости, через которые будут построены плоскости определяющие границы исследуемой области: FMa (центральная точка переднего края большого отверстия затылочной кости), PNS (точка задней носовой ости), sp'mp (наиболее выступающая кзади контурная точка задней стенки мягкого неба), C2p1 (нижняя точка заднего края тела второго шейного позвонка), C3a1 (нижняя точка переднего края тела третьего шейного позвонка) и H (наиболее выступающая кпереди точка тела подъязычной кости) (рис. 1).

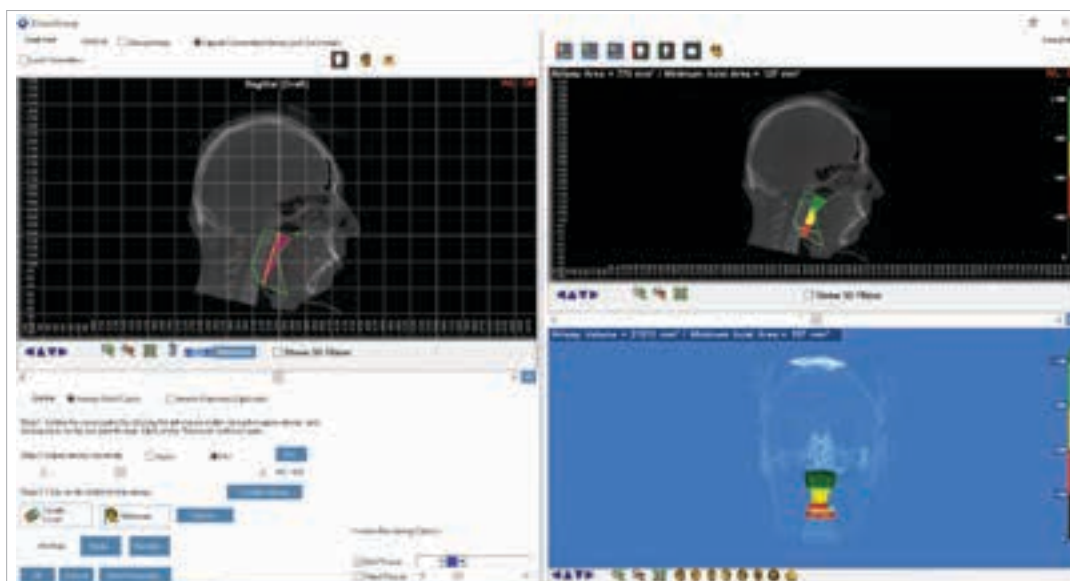


Рисунок 1. Модуль Airway в программном обеспечении Dolphin Imaging Software®

Всем пациентам выполнялась конусно-лучевая компьютерная томограмма до и после 6 месяцев проведения двухчелюстной ортогнатической операции, на основании которых проводились измерения.

Далее проводилось построение плоскостей, определяющих границы расчета воздушного пространства. В рамках этих границ проводилось измерение объема верхних дыхательных путей.

У каждого из пациентов было проведено определение индекса IOFTN (индекса нуждаемости в ортогнатическом лечении, разработанном Ireland A.J. и соавт.[14]). Пациентам с вертикальной резцовой дизокклюзией более 4 мм, обратной саггитальной щелью более 3 мм, глубокой резцовой окклюзией более 9 мм выставлялся индекс Very Great Treatment Needed. Пациентам с вертикальной резцовой дизокклюзией менее 4 мм, при наличии функциональных нарушений, обратной саггитальной щелью от 0 до 3 мм, глубокой резцовой окклюзией от 6 до 9 мм выставлялся индекс Great Treatment Needed. Всем пациентам исследуемых групп была проведена двухчелюстная ортогнатическая операция, пациентам со вторым скелетным классом так же в 100% случаев проводилась гениопластика, у пациентов с третьим скелетным классом гениопластика выполнялась в 53% случаев. Было проведено определение объема верхних дыхательных путей и минимальной аксиальной площади до и после двухчелюстной ортогнатической операции.

Пациенты с индексом IOFTN менее Great Treatment Needed, посттравматическими дефектами челюстно-лицевой области, ИМТ более 30 кг/м<sup>2</sup>, ранее проведенными операциями на верхних дыхательных путях, патологии гортани, гортаноглотки в исследование не включались.

По результатам вышеуказанных измерений был проведен статистический анализ полученных результатов, с целью удостовериться в статистической значимости изменений, полученных в процессе исследования. Был проведен расчет Т-критерия, используя формулу:

$$t = |M_1 - M_2| / \sqrt{(\sigma_1^2/N_1 + \sigma_2^2/N_2)},$$

где  $M_1$  – среднее арифметическое первой выборки,  $M_2$  – среднее арифметическое второй выборки,  $\sigma_1$  – стандартное отклонение первой выборки,  $\sigma_2$  – стандартное отклонение второй выборки,  $N_1$  – объем первой выборки,  $N_2$  – объем второй выборки.

## Результаты

Среднее увеличение объема верхних дыхательных путей у пациентов со вторым скелетным классом зубочелюстных аномалий составило 2739,6 мм<sup>3</sup>, при среднем перемещении базисов верхней и нижней челюсти вперед на 9,4 мм, у пациентов с третьим скелетным классом зубочелюстных аномалий наблюдалось уменьшение объема верхних дыхательных путей в среднем на 2502 мм<sup>3</sup>, при среднем перемещении базисов верхней и нижней челюстей вперед на 6,2 мм (рис. 2).

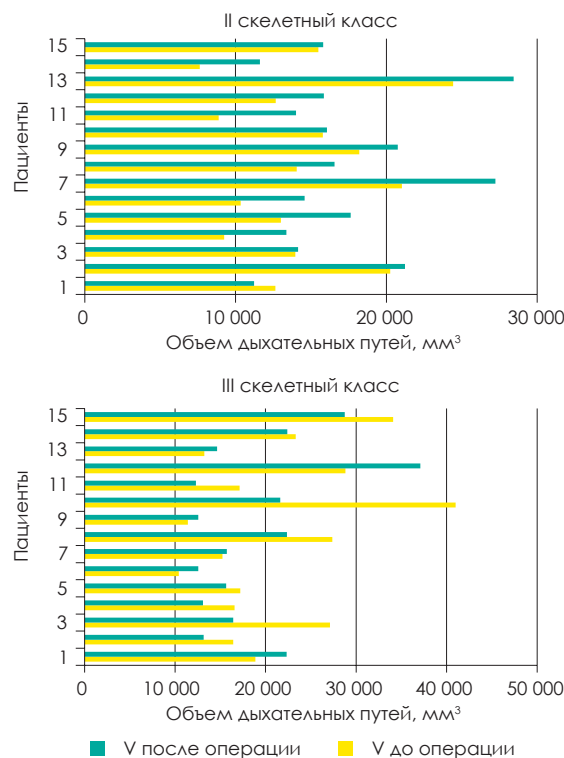


Рисунок 2. Сравнение объема верхних дыхательных путей у пациентов со II и III скелетными классами зубочелюстных аномалий

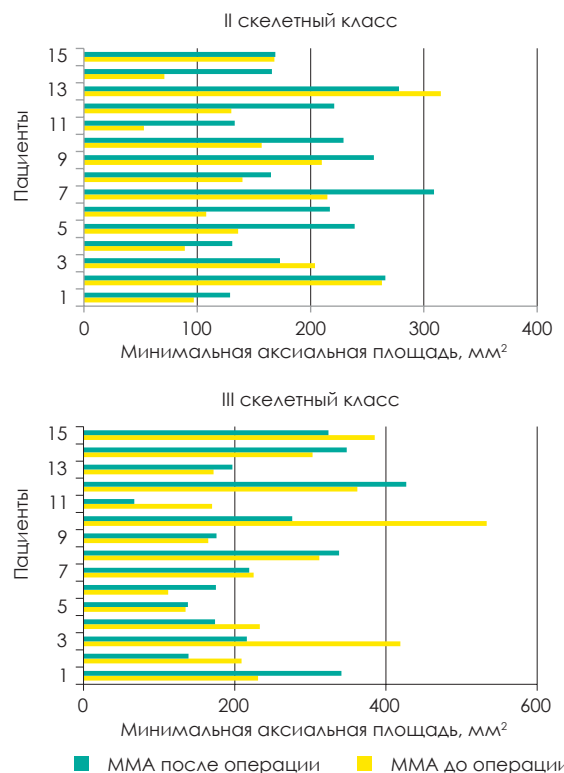


Рисунок 3. Сравнение минимальной аксиальной площади у пациентов со II и III скелетными классами зубочелюстных аномалий

Минимальная аксиальная площадь у пациентов с третьим скелетным классом в среднем уменьшилась на 27,4 мм<sup>2</sup>, в то время как у пациентов со вторым скелетным классом наблюдался средний прирост минимальной аксиальной площади на 48,3 мм<sup>2</sup> (рис. 3).

Был проведен статистический анализ данных изменения объема верхних дыхательных путей у пациентов со вторым и третьим скелетными классами, с использованием Т-критерия. Т-критерий – это статистический метод, который позволяет определить, существует ли статистически значимая разница между средними значениями двух групп данных, основываясь на таблице критических отклонений Т-критерия.

Основываясь на Т-критерии равному 97,6 в группе пациентов со вторым скелетным классом можно сделать вывод о статистической значимости изменений объема верхних дыхательных путей.

Основываясь на Т-критерии равному 74,1 в группе пациентов с третьим скелетным классом можно сделать вывод о статистической значимости изменений объема верхних дыхательных путей.

Все значения были проанализированы согласно таблице критических отклонения Т-критерия.

Таким образом, мы видим, что у пациентов со вторым скелетным классом зубочелюстных аномалий наблюдается больший прирост объема и минимальной аксиальной площади в сравнении с третьим скелетным классом зубочелюстных аномалий (рис. 4).

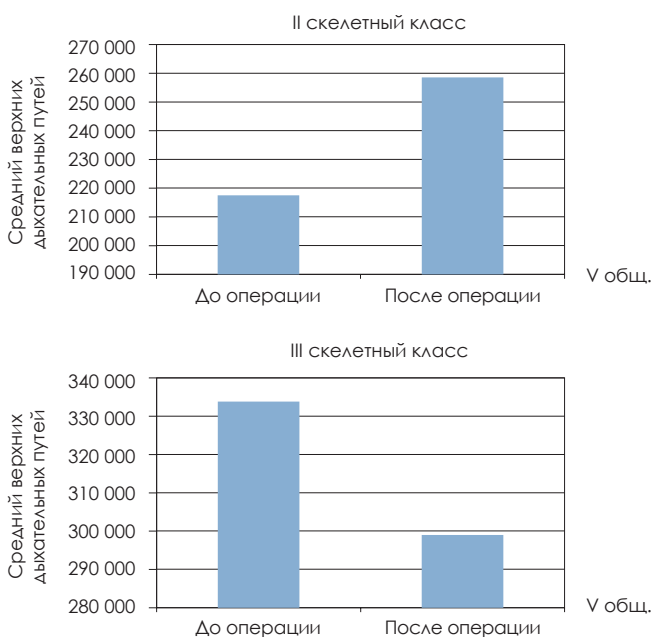


Рисунок 4. Изменения объема верхних дыхательных путей до и после проведенной ортогнатической операции у пациентов со II и III скелетными классами зубочелюстных аномалий, мм<sup>3</sup>

Основываясь на вышеуказанных данных, можно утверждать, что при третьем классе зубочелюстных аномалий определяется уменьшение объема верхних дыхательных путей и минимально аксиальной площади (рис. 5).

У пациентов со вторым классом зубочелюстных аномалий происходит статистически значимое увеличение объема верхних дыхательных путей и минимальной аксиальной площади, что позволяет делать вывод об улучшении функций внешнего дыхания у данной категории пациентов.

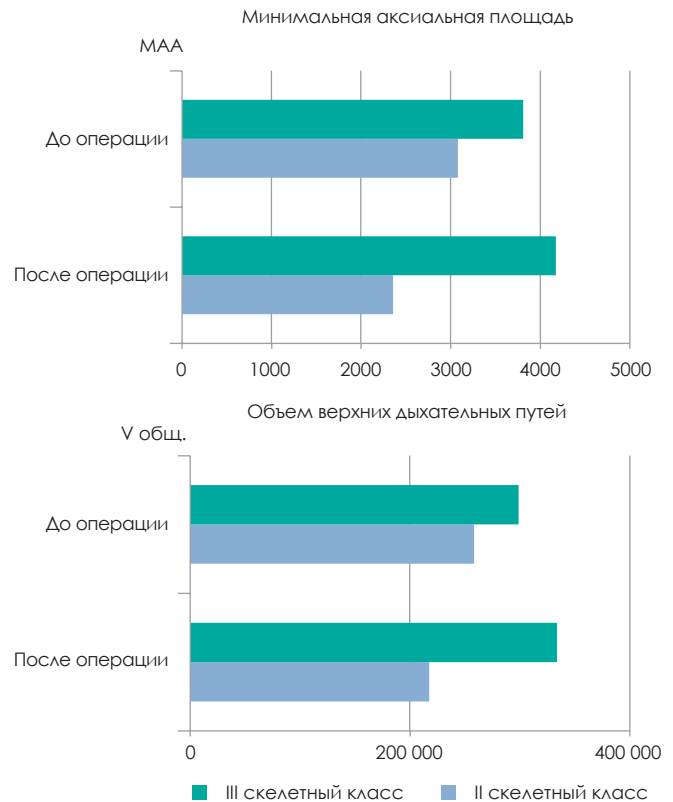


Рисунок 5. Сравнение объема верхних дыхательных путей (мм<sup>3</sup>) и минимальной аксиальной площади (мм<sup>2</sup>) у пациентов со II и III скелетными классами зубочелюстных аномалий, мм<sup>2</sup>

Таким образом, анализируя полученные данные мы видим, что при нормализации лицевых признаков при проведении ортогнатической операции объемы верхних дыхательных путей у пациентов со вторым и третьим скелетными классами зубочелюстных аномалий становится сопоставимо равными. Пропорционально уменьшению объема верхних дыхательных путей и минимальной аксиальной площади у пациентов с третьим скелетным классом происходит увеличение вышеуказанных параметров у пациентов со вторым скелетным классом.

## Выводы

На основании проведенного исследования нами было выявлено, что после проведения ортогнатической операции, происходит сопоставление объема верхних дыхательных путей и минимальной аксиальной площади у пациентов с исходным вторым и третьим скелетными классами, что может свидетельствовать о нормализации функции внешнего дыхания, объема верхних дыхательных путей и минимальной аксиальной площади после проведения ортогнатической операции.

## Список литературы / References

1. Daluz ADJ, da Silva TVS, Tôrres BO, Costa DFN, Santos LAM. Long-term airway evolution after orthognathic surgery: Systematic Review. *J Stomatol Oral Maxillofac Surg.* 2022 Apr;123(2):191–198. doi: 10.1016/j.jormas.2021.04.006. Epub 2021 Apr 18. PMID: 33882343.
2. Steegman R, Hogeveen F, Schoeman A, Ren Y. Cone beam computed tomography volumetric airway changes after orthognathic surgery: a systematic review. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2023 Jan;52(1):60–71. doi: 10.1016/j.ijom.2022.05.013. Epub 2022 Jul 1. PMID: 35788289.

3. Quah B, Sng TJH, Yong CW, Wen Wong RC. Orthognathic Surgery for Obstructive Sleep Apnea. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am.* 2023 Feb;35(1):49–59. doi: 10.1016/j.coms.2022.06.001. Epub 2022 Nov 3. PMID: 36336592.
4. Biradar JM, Kumar M, N S, Kadam HR, Tamboli AN, Shinde SU. Assessment of Posterior Pharyngeal Airway Changes After Orthognathic Surgery Using Barium Sulfate. *Cureus.* 2023 Aug 2;15(8):e42836. doi: 10.7759/cureus.42836. PMID: 37664273; PMCID: PMC10472191.
5. Sahoo NK, Agarwal SS, Datana S, Bhandari SK. Quantifying Upper Airway Changes Following Mandibular Orthognathic Surgery. *J Craniofac Surg.* 2021 Mar-Apr 01;32(2):569–573. doi: 10.1097/SCS.00000000000007011. PMID: 33704982.
6. Khaghaninejad MS, Khojastehpour L, Danesteh H, Changizi M, Ahrari F. Changes in the pharyngeal airway after different orthognathic procedures for correction of class III dysplasia. *Maxillofac Plast Reconstr Surg.* 2022 Jun 9;44(1):23. doi: 10.1186/s40902-022-00352-8. PMID: 35678935; PMCID: PMC9184694.
7. Sokolovich N.A., Saunina A.A. Analysis of the condition of the airway using a new method of computer diagnostics in patients with anomaly of occlusion. *REJR* 2024; 14(1):70–80. DOI: 10.21569/2222-7415-2024-14-1-70-80.
8. Ортодонтия. Диагностика и лечение зубочелюстно-лицевых аномалий и деформаций: учебник / Л.С. Персин и др. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2022. – 640 с. – ISBN 978-5-9704-3227-3. *Orthodontics. Diagnosis and Treatment of Dental and Maxillofacial Abnormalities and Deformities: Textbook / L.S. Persin et al. – Moscow.*
9. Agarwal SS, Datana S, Sahoo NK, Bhandari SK. Evaluation of Airway Dimensions Following Mandibular Setback with Surgery – First Orthognathic Versus Conventional Orthognathic Approach. *J Maxillofac Oral Surg.* 2021 Jun;20(2):296–303. doi: 10.1007/s12663-020-01379-y. Epub 2020 Apr 30. PMID: 33927500; PMCID: PMC8041967.
10. Глушко А.В., Гаммадаева С.Ш., Мантурова Н.Е., Дробышев А.Ю., Лебедева Ю.В. Оценка функции носового дыхания и удовлетворенности пациентов при первичном обращении за эстетической коррекцией носа. *Пластическая хирургия и эстетическая медицина.* 2024;(4):16–24. *Glushko AV, Gammadaeva SSh, Manturova NE, Drobyshev AYU, Lebedeva YuV. Nasal breathing function and patient satisfaction in primary aesthetic nasal correction. Plastic Surgery and Aesthetic Medicine.* 2024;(4):16–24. (In Russ.)
11. Свиридов Е.Г., Дробышев А.Ю., Омарова П.Н., Хабибуллина А.А. Обоснование проведения гениопластики как этапа ортогнатической операции у пациентов со скелетными аномалиями и деформациями челюстей. *Голова и шея.* Sviridov E.G., Drobyshev A.Yu., Omarova P.N., Khabibullina A.A. Justification of Genioplasty as a Stage of Orthognathic Surgery in Patients with Skeletal Abnormalities and Jaw Deformities. *Head and neck Russian Journal.* 2019;7(1):59–68
12. Свиридов Е. Г., Редько Н. А., Изотов О. И., Анисимова С. А., Деев Р. В., Дробышев А. Ю. Односторонняя гиперплазия мышечкового отростка нижней челюсти: гистогенетические и клинко-патоморфологические аспекты // *Гены и клетки.* 2018. № 4. *Sviridov E.G., Redko N.A., Izotov O.I., Anisimova S.A., Deev R.V., and Drobyshev A.Yu. Unilateral Hyperplasia of the Malleolar Process of the Mandible: Histogenetic and Clinical-Pathomorphological Aspects.* URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/odnostoronnyaya-giperplaziya-myschelkovogo-otrostka-nizhney-chelusti-gistogeneticheskie-i-kliniko-patomorfologicheskie-aspekty>.
13. Гордина П.С., Серова Н.С., Дробышев А.Ю., Глушко А.В. Роль мультиспиральной компьютерной томографии в оценке изменений объема верхних дыхательных путей при хирургическом лечении пациентов с зубочелюстными аномалиями // *BPP.* 2013. № 2. *Gordina P.S., Serova N.S., Drobyshev A.Yu., and Glushko A.V. The Role of Multislice Computed Tomography in Assessing Changes in the Volume of the Upper Respiratory Tract in the Surgical Treatment of Patients with Dentofacial Abnormalities.* <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-multispiralnoy-kompyuternoy-tomografii-v-otsenke-izmeneniy-obema-verhnyh-dyhatelnyh-putey-pri-hirurgicheskom-lechenii>.
14. Ireland AJ, Cunningham SJ, Petrie A, Cobourne MT, Acharya P, Sandy JR, Hunt NP. An index of orthognathic functional treatment need (IOFTN). *J Orthod.* 2014 Jun;41(2):77–83. doi: 10.1179/146531314Y.000000100. PMID: 24951095; PMCID: PMC4063315.
15. Симакова А.А., Горбатова Л.Н., Гржибовский А.М., Арутюнян К.С., Рыхков И.А. Состояние верхних дыхательных путей и его влияние на развитие зубочелюстной системы. *Стоматология.* 2022;101(2):93–99. *Simakova AA, Gorbatova LN, Grjibovskij AM, Arutyunyan KS, Ryzhkov IA. Dimensions of the upper airways and its impact on the dentoalveolar system development. Stomatology.* 2022;101(2):93–99. (In Russ.) <https://doi.org/10.17116/stomat202210102193>.

Статья поступила / Received 20.02.2026  
 Получена после рецензирования / Revised 22.02.2026  
 Принята в печать / Accepted 25.02.2026

#### Информация об авторах

**Свиридов Е.Г.** – к.м.н., доцент кафедры челюстно-лицевой и пластической хирургии  
**Рязанцев Д.А.** – ординатор кафедры челюстно-лицевой и пластической хирургии  
**Изотов О.И.** – к.м.н., ассистент кафедры челюстно-лицевой и пластической хирургии РУМ  
**Тония Д.С.** – аспирант кафедры челюстно-лицевой и пластической хирургии  
**Заборовский В.В.** – аспирант кафедры челюстно-лицевой и пластической хирургии  
**Дробышев А.Ю.** – д.м.н., заслуженный врач РФ, член-корреспондент РАН, профессор кафедры челюстно-лицевой и пластической хирургии

ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Россия

#### Контактная информация:

Рязанцев Д.А. E-mail: dr. ryazantsev@mail.ru

**Для цитирования:** Свиридов Е.Г., Рязанцев Д.А., Изотов О.И., Тония Д.С., Заборовский В.В., Дробышев А.Ю. Сравнительный анализ объема верхних дыхательных путей у пациентов со II и III скелетными классами гнатических форм зубочелюстных аномалий до и после лечения. *Медицинский алфавит.* 2026;(1):50–54. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2026-1-50-54>

#### Author information

**Sviridov E.G.** – PhD, Associate Professor of the Department of Maxillofacial and Plastic Surgery  
**Ryazantsev D.A.** – Resident of the Department of Maxillofacial and Plastic Surgery  
**Izotov O.I.** – PhD, Assistant of the Department of Maxillofacial and Plastic Surgery  
**Tonia D.S.** – Postgraduate Student of the Department of Maxillofacial and Plastic Surgery  
**Zaborovsky V.V.** – Postgraduate Student of the Department of Maxillofacial and Plastic Surgery  
**Drobyshev A.Yu.** – Honored Doctor of the Russian Federation, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Professor, MD, Department of Maxillofacial and Plastic Surgery

«Russian University of Medicine» of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia

#### Contact information

Ryazantsev D.A. E-mail: dr. ryazantsev@mail.ru

**For citation:** Sviridov E.G., Ryazantsev D.A., Izotov O.I., Tonia D.S., Zaborovsky V.V., Drobyshev A.Yu. Comparative analysis of upper respiratory tract volume in patients with class II and class III skeletal forms of dentofacial anomalies before and after treatment. *Medical alphabet.* 2026;(1):50–54. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2026-1-50-54>

