

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ДЫХАТЕЛЬНЫХ ПУТЕЙ С ПОМОЩЬЮ НОВОГО СПОСОБА КОМПЬЮТЕРНОЙ ДИАГНОСТИКИ У ПАЦИЕНТОВ С АНОМАЛИЕЙ ОККЛЮЗИИ

Соколов Н.А., Саунина А.А.

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский Государственный университет.
г. Санкт-Петербург, Россия.

Зубочелюстная аномалия в сагиттальной плоскости является распространенной патологией челюстно-лицевой области среди населения Российской Федерации. Одним из этиологических факторов развития аномалии окклюзии являются заболевания верхних дыхательных путей. Однако в отечественной литературе отсутствует объективный метод оценки состояния дыхательных путей по данным КЛКТ в практике врача-ортодонта, а также не установлено четкой взаимосвязи между морфометрическими показателями дыхательных путей и патологией прикуса.

Цель исследования. Разработать новый способ диагностического обследования состояния дыхательных путей по данным КЛКТ на ортодонтическом приеме. Провести сравнительный анализ состояния дыхательных путей у пациентов с аномалией окклюзии и ортогнатическим прикусом по уже известной и разработанной нами авторской методике на основании данных КЛКТ.

Материалы и методы. Было обследовано 50 пациентов первой группы с дистоокклюзией и первым скелетным классом, 50 пациентов второй группы с дистоокклюзией и вторым скелетным классом, 10 пациентов с нейтральным прикусом и первым скелетным классом, не нуждавшихся в ортодонтическом лечении. Средний возраст всех обследуемых пациентов составил 29,86 (22,1 - 37,6) лет. Нами был разработан новый способ компьютерной диагностики состояния дыхательных путей у ортодонтических пациентов с использованием в качестве границ исследуемой области костных ориентиров – плоскости верхней и нижней челюсти. На основании данных КЛКТ был выполнен трехмерный цефалометрический анализ, а также измерение объема дыхательных путей по методу Vidya и соавт. (2020) и разработанной нами методике в программе Dolphin (Dolphin Imaging & Management Solutions, Chatsworth, CA, USA).

Результаты. У первой группы пациентов объем верхних дыхательных путей, измеренный по предложенному нами способу компьютерной диагностики, составил 14 600 (12 400-17 100) мм³, у второй – 9 900 (7 800-11 400) мм³, у третьей группы – 15 900 (13 900-16300) мм³. Полученные данные были подтверждены измерением объема верхних дыхательных путей по методу Vidya и соавт. (2020): у первой группы пациентов объем верхних дыхательных путей составил 14 500 (12 600-17 300) мм³, во второй группе – 9 600 (8 300-11 300) мм³, в третьей группе – 13 800 (13 600-14 300) мм³. Среднее время измерения объема верхних дыхательных путей по разработанному нами способу компьютерной диагностики составило 2 минуты 10 секунд, по методу Vidya и соавт. (2020) – 4 минуты.

Обсуждение. Согласно результатам проведенного нами исследования, сагиттальное взаиморасположение челюстей у пациентов с гнатической формой дистального прикуса влияет на морфометрические характеристики дыхательных путей. Полученные данные согласуются с более ранними работами, в которых было установлено, что уменьшение значения угла SNB и увеличение значения угла ANB при дистальном прикусе сопровождаются функциональными нарушениями дыхательных путей.

Заключение. Таким образом, у пациентов с дистальным прикусом гнатической формы наблюдается уменьшение объема дыхательных путей на фоне ретропозиции нижней челюсти. Предложенный способ компьютерной диагностики объема верхних дыхательных путей на основании данных КЛКТ у ортодонтических пациентов обладает высокой точностью, упрощает и сокращает время проведения диагностического обследования пациента. КЛКТ является неотъемлемым методом лучевой диагностики ортодонтического пациента и необходимо не только для выполнения трехмерного цефалометрического анализа, оценки состояния зубоальвеолярных структур челюстно-лицевой области, но и для оценки состояния дыхательных путей с целью планирования комплексного лечения на несъемной и съемной аппаратуре.

Ключевые слова: дистальный прикус, объём дыхательных путей, компьютерная томография.

Контактный автор: Саунина А.А., e-mail: s4unina@yandex.ru

Для цитирования: Соколович Н.А., Саунина А.А. Анализ состояния дыхательных путей с помощью нового способа компьютерной диагностики у пациентов с аномалией окклюзии. REJR 2024; 14(1):70-80. DOI: 10.21569/2222-7415-2024-14-1-70-80.

Статья получена: 21.03.23

Статья принята: 23.01.24

ANALYSIS OF THE CONDITION OF THE AIRWAY USING A NEW METHOD OF COMPUTER DIAGNOSTICS IN PATIENTS WITH ANOMALY OF OCCLUSION

Sokolovich N.A., Saunina A.A.

St. Petersburg State University. St. Petersburg, Russia.

Malocclusion in the sagittal plane is a common pathology of the maxillofacial region among the population of the Russian Federation. One of the etiological factors in the development of occlusion anomalies is diseases of the upper respiratory tract. However, in the domestic literature there is no objective method for assessing the condition of the respiratory tract using CBCT data in the practice of an orthodontist, and a clear relationship has not been established between the morphometric parameters of the respiratory tract and occlusion pathology.

Purpose. To develop a new method of diagnostic examination of the state of the respiratory tract according to cone-beam computed tomography (CBCT) at an orthodontic appointment. To conduct a comparative analysis of the state of the respiratory tract in patients with malocclusion and orthognathic bite according to the author's method already known and developed by us on the basis of CBCT data.

Materials and methods. There were 50 patients of the first group with dystoocclusion and the first skeletal class; 50 patients of the second group with dystoocclusion and the second skeletal class; 10 patients with neutral bite and the first skeletal class who did not need orthodontic treatment. The average age of all examined patients was 29.86 (22.2-37.6) years. We have developed a new method of computer diagnostics of the state of the respiratory tract in orthodontic patients using bone landmarks – the planes of the upper and lower jaw as the boundaries of the studied area. Based on the CBCT data, a three-dimensional cephalometric analysis was performed, as well as the measurement of the volume of the respiratory tract by the method of Vidya et al. (2020) and the methodology developed by us in the Dolphin program (Dolphin Imaging & Management Solutions, Chatsworth, CA, USA).

Results. In the first group of patients, the volume of the upper respiratory tract measured by our proposed method of computer diagnostics was 14.600 (12.400 – 17.100) mm³, in the second group – 9.900 (7.800 – 11.400) mm³, in the third group – 15.900 (13.900-16.300) mm³. The data obtained were confirmed by measuring the volume of the upper respiratory tract by the method of Vidya et al. (2020): in the first group of patients, the volume of the upper respiratory tract was 14,500 (12,600-17,300) mm³, in the second group - 9,600 (8,300-11,300) mm³, in the third group – 13,800 (13,600-14,300) mm³. The average time for measuring the volume of the upper respiratory tract using the computer diagnostic method we developed was 2 minutes 10 seconds, according to the method of Vidya et al. (2020) – 4 minutes.

Discussion. According to the results of our study, the sagittal relative position of the jaws in patients with a gnathic form of distal occlusion affects the morphometric characteristics of the respiratory tract. The data obtained are consistent with earlier studies, which found that a decrease in the value of the SNB angle and an increase in the value of the ANB angle in distal occlusion are accompanied by functional disorders of the respiratory tract.

Conclusions. Thus, in patients with a distal gnathic bite, a decrease in the volume of the airways is observed against the background of retroposition of the lower jaw. The proposed method for

computer diagnostics of the volume of the upper respiratory tract based on CBCT data in orthodontic patients is highly accurate, simplifies and reduces the time of diagnostic examination of the patient. CBCT is an integral method of radiological diagnosis of an orthodontic patient and is necessary not only for performing three-dimensional cephalometric analysis, assessing the condition of the denoalveolar structures of the maxillofacial region, but also for assessing the condition of the respiratory tract in order to plan complex treatment using fixed and removable equipment.

Keywords: class II malocclusion, airway volume, computed tomography.

Corresponding author: Saunina A.A., e-mail: s4unina@yandex.ru

For citation: 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.

Received: 21.03.23

Accepted: 23.01.24

Согласно эпидемиологическим исследованиям, зубочелюстная аномалия в структуре распространенности стоматологических заболеваний занимает третье место после кариозных поражений эмали и дентина и воспалительных заболеваний тканей пародонта [1]. Частота встречаемости аномалии окклюзии варьирует в различных популяциях и зависит от этнической принадлежности обследуемых групп. На территории Российской Федерации наиболее распространенной формой зубочелюстной аномалии является дистоокклюзия [2, 3].

Высокая распространенность дистального прикуса среди населения Российской Федерации связана с большой вариабельностью этиологических факторов. Вредные привычки (сосание пальца, прокладывание языка между зубными рядами, ротовой тип дыхания и др.), преждевременная потеря зубов, травмы челюстно-лицевой области, наследственная предрасположенность, рахит, эндокринные нарушения способствуют формированию скелетальных и зубоальвеолярных нарушений в сагиттальной и трансверсальной плоскостях. Так, в ранее проведенном нами исследовании было выявлено, что у пациентов с дистоокклюзией наблюдается значительное сужение верхней и нижней челюсти в области премоляров и моляров [4].

Также одним из важных этиологических факторов формирования дистального прикуса является патология верхних дыхательных путей. Так, в исследовании Elmotani и соавт. (2015) среди обследуемых детей, в анамнезе которых был выявлен ротовой тип дыхания в течение не менее 6 месяцев, аномалия окклюзии II класса по Энгля

была диагностирована в 78% случаев [5]. На клиническом приеме врача-ортодонта ротовое дыхание часто встречается у пациентов с заболеваниями ЛОР-органов, частичной или полной обструкцией верхних дыхательных путей.

Кроме того, в исследовании Silva и соавт. (2015) была выявлена значительная корреляция между размерами орофарингеального и назофарингеального пространств и значением углового параметра SNB, а также размером нижней челюсти (Go-Gn). У пациентов с аномалией окклюзии II класса и нижнечелюстной ретрогнатией наблюдалось сужение верхних дыхательных путей в отличие от пациентов с ортогнатическим прикусом [6]. Полученные данные согласуются с результатами исследования Muto и соавт. (2008): ретроположение, микрогнатия и задняя ротация нижней челюсти сопровождаются уменьшением в размере фарингеального пространства [7].

Однако, в исследовании Bollhalder и соавт. (2013) отсутствует подтверждение корреляции между размером челюстей и анатомо-морфологической характеристикой верхних дыхательных путей [8]. Следовательно, взаимосвязь аномалии окклюзии с морфометрическими характеристиками дыхательных путей нуждается в дальнейшем исследовании, потому что по некоторым параметрам данные подтверждаются, а по другим разнятся.

Кроме того, в литературе не существует единого способа измерения объема дыхательных путей: каждый анализ предлагает свои ориентиры для измерения объема. Так, в исследовании Ogawa и соавт. (2007) верхней границей исследуемой области дыхательных путей была плоскость, проходящая

через самую дистальную точку твёрдого нёба параллельно франкфуртской горизонтали, нижней границей – плоскость, проходящая через самую передне-нижнюю точку второго шейного позвонка параллельно франкфуртской горизонтали [9].

Позднее Vidya и соавт. (2020) модифицировали методику анализа Ogawa и соавт. (2007): пространство ротоглотки по верхней границе было ограничено нёбной плоскостью (ANS-PNS), а по нижней границе – плоскостью параллельной ANS-PNS, которая проходит через наиболее передне-нижнюю точку второго шейного позвонка [10].

Однако в силу того, что у пациентов с аномалией окклюзии II класса, как правило, наблюдаются такие постуральные нарушения, как ротация шейных позвонков, лордоз в шейном отделе позвоночника, данные способы диагностики являются несовершенными [11]. Таким образом, в литературе не существует объективного метода оценки состояния дыхательных путей по данным КЛКТ.

окклюзией и вторым скелетным классом; 10 пациентов с нейтральным прикусом и первым скелетным классом, не нуждавшиеся в ортодонтическом лечении. При первом скелетном классе угол SNB составил 76,4 – 83,6°, при втором скелетном классе – меньше 76,4°; при первом скелетном классе – угол ANB составил 0-4,5°, при втором скелетном классе – $\geq 4.5^\circ$; при первом скелетном классе угол beta составил 27-35°, при втором – менее 27° (табл. №1). У всех пациентов в анамнезе отсутствовало ранее проведенное ортодонтическое лечение, а также заболевания ЛОР-органов.

Все снимки КЛКТ с разрешением 17×15 были получены с использованием томографов Vatech Pax-i 3D и временем сканирования 9 секунд. Рентгенологическое исследование проводилось в естественной окклюзии. Измерение объёма дыхательных путей и трехмерный цефалометрический анализ выполнялся в программе Dolphin (Dolphin Imaging & Management Solutions, Chatsworth,

Таблица №1. Распределение на группы обследуемых пациентов в зависимости от соотношения зубных рядов и значений цефалометрических параметров.

Группа	Соотношение моляров и клыков справа и слева	SNB (°)	ANB (°)	Beta (°)
I	По II классу по Энглю	76,4 – 83,6	0-4,5	27-35
II	По II классу по Энглю	< 76,4	≥ 4.5	<27
III (группа контроля)	По I классу по Энглю	76,4 – 83,6	0-4,5	27-35

Цель исследования.

Разработать и внедрить в практику врачей-ортодонтонтов новый способ диагностического обследования состояния дыхательных путей по данным КЛКТ и провести сравнительный анализ состояния дыхательных путей у пациентов с дистоокклюзией и ортогнатическим прикусом по уже известной и разработанной нами авторской методике.

Материалы и методы.

Исследование проводилось на учебно-клинической базе кафедры стоматологии Санкт-Петербургского государственного университета. Было обследовано 110 пациентов в возрасте от 18 до 44 лет. Средний возраст пациентов, которые приняли участие в исследовании, составил 29,86 (22,1 – 37,6) лет. В зависимости от вида зубочелюстной аномалии в соответствии с классификацией Энгля, а также значений цефалометрических параметров пациенты были разделены на три группы: 50 пациентов первой группы с дистоокклюзией и первым скелетным классом; 50 пациентов второй группы с дисто-

CA, USA). Все полученные трехмерные изображения были стандартизированы с помощью ориентации в трёх плоскостях (рис. 1), а измерения были проведены одним исследователем и перепроверены им же через 2 недели.

Объёмная визуализация верхних дыхательных путей на КЛКТ осуществлялась посредством программного обеспечения Dolphin (Dolphin Imaging & Management Solutions, Chatsworth, CA, USA). В виду существующих недостатков различных анализов оценки состояния верхних дыхательных путей нами был разработан способ компьютерной диагностики объёма верхних дыхательных путей у ортодонтических пациентов. Способ основан на проведении двух референтных плоскостей: плоскости верхней челюсти, проходящей через цефалометрические ориентиры – точки SNA (Spina nasalis anterior, передняя носовая ось) и SNP (Spina nasalis posterior, задняя носовая ось), и плоскости нижней челюсти, проходящей через цефалометрические ориентиры – точки

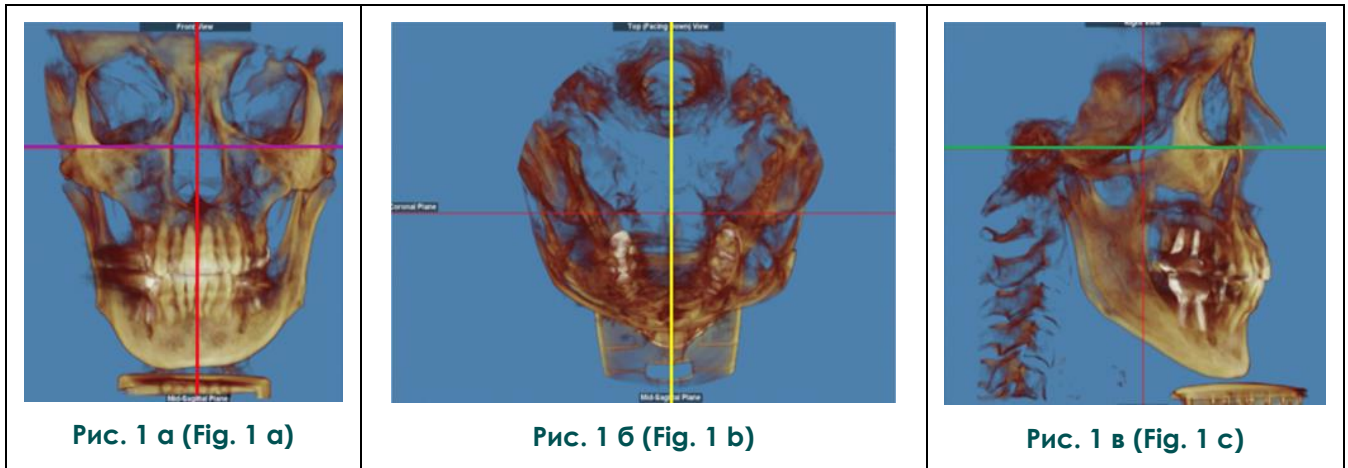


Рис. 1. Стандартизация изображения КЛКТ с разрешением 17×15 в естественной окклюзии в трёх плоскостях в программе Dolphin (Dolphin Imaging & Management Solutions, Chatsworth, CA, USA).

а – Ориентация головы во фронтальной плоскости – по линии, соединяющей нижний край правой и левой глазниц (линия фиолетового цвета), располагающейся перпендикулярно истинной вертикали, проходящей через наиболее переднюю точку носо-лобного шва и наиболее выступающую точку подбородочного выступа (линия красного цвета).

б – Ориентация головы в аксиальной плоскости – по средней линии (выделена жёлтым цветом), соединяющей резцовое отверстие и опистхион (срединная точка заднего края большого затылочного отверстия).

в – Ориентация головы в сагитальной плоскости – коррекция положения головы относительно франкфуртской горизонтали – линии, соединяющей верхний край наружного слухового прохода и наиболее нижнюю точку нижнего края орбиты (выделена зеленым цветом).

Fig. 1. Standardization of CBCT imaging with a resolution of 17x15 in natural occlusion in three planes in the Dolphin program (Dolphin Imaging & Management Solutions, Chatsworth, CA, USA).

a – the orientation of the head in the frontal plane – along the line connecting the lower edge of the right and left orbits (purple line), located perpendicular to the true vertical, passing through the most anterior point of the naso-frontal suture and the most protruding point of the chin protrusion (red line).

b – the orientation of the head in the axial plane is along the midline (highlighted in yellow) connecting the incisive foramen and the opisthion (the midpoint of the posterior edge of the foramen magnum).

c – the orientation of the head in the sagittal plane – correction of the position of the head relative to the Frankfurt horizontal line – the line connecting the upper edge of the external auditory canal and the lowest point of the lower edge of the orbit (highlighted in green).

Go (Gonion) и Me (Menton). С целью обозначения верхних и нижних границ исследуемого объёма верхних дыхательных путей на сагитальном срезе плоскости верхней челюсти и нижней челюсти продлеваются до пересечения с задней стенкой ротоглотки. Передней и задней границами исследуемой области являются боковые стенки глотки. Программа автоматически соединяла все точки в линии и определяла объём дыхательных путей в кубических миллиметрах (рис. 2).

В качестве сравнительной методики оценки состояния дыхательных путей использовался анализ Vidya и соавт. (2020), согласно которому в качестве верхней границы пространства ротоглотки использовалась небная плоскость (ANS-PNS), а нижней гра-

ницы – параллельная ей плоскость, которая проходит через наиболее передне-нижнюю точку второго шейного позвонка [10]. Измерения также выполнялись в программе Dolphin (Dolphin Imaging & Management Solutions, Chatsworth, CA, USA) (рис. 3).

Результаты.

В результате измерения объёма верхних дыхательных путей с помощью программного обеспечения Dolphin (Dolphin Imaging & Management Solutions, Chatsworth, CA, USA) по предложенному нами способу компьютерной диагностики объёма верхних дыхательных путей у ортодонтических пациентов было выявлено, что у первой группы пациентов объём исследуемой области составил 14 600 (12 400-17 100) мм³, у второй – 9 900 (7 800-

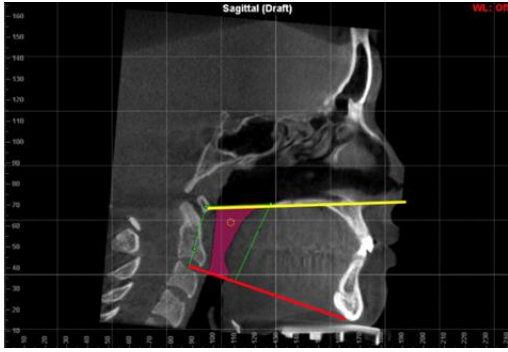


Рис. 2 а (Fig. 2 а)

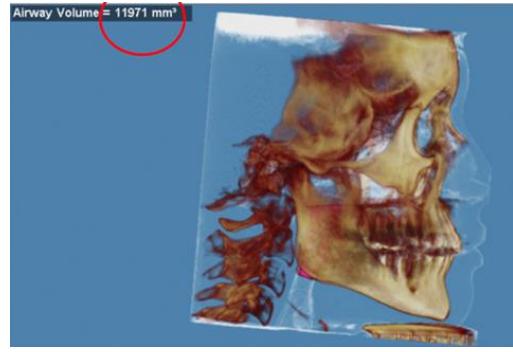


Рис. 2 б (Fig. 2 б)

Рис. 2. Измерение объёма дыхательных путей в программе Dolphin (Dolphin Imaging & Management Solutions, Chatsworth, CA, USA) по предложенному способу компьютерной диагностики объёма верхних дыхательных путей у ортодонтических пациентов.

а – Объём исследуемой области по данным КЛКТ ограничен плоскостью верхней челюсти (выделена жёлтым цветом) и плоскостью нижней челюсти (выделена красным цветом), проведенных до пересечения с задней стенкой ротоглотки. Передней и задней границами исследуемой области (выделена фиолетовым цветом) являются боковые стенки глотки.

б – Программа автоматически соединяла все точки в линии и определяла объём дыхательных путей в кубических миллиметрах (красный круг).

Fig. 2. Measurement of the volume of the respiratory tract in the Dolphin program (Dolphin Imaging & Management Solutions, Chatsworth, CA, USA) according to the proposed method of computer diagnostics of the volume of the upper respiratory tract in orthodontic patients.

а – the volume of the area under study according to CBCT data is limited by the plane of the upper jaw (highlighted in yellow) and the plane of the lower jaw (highlighted in red), drawn to the intersection with the posterior wall of the oropharynx. The anterior and posterior boundaries of the study area (highlighted in purple) are the lateral walls of the pharynx.

б – the program automatically connected all the points in a line and determined the volume of the airways in cubic millimeters (red circle).

11 400) мм³, у третьей группы – 15 900 (13 900-16 300) мм³. Полученные данные согласуются с измерением объёма верхних дыхательных путей по методу Vidya и соавт. (2020). В первой группе при пересчёте объёма дыхательных путей было получено среднее значение 14 500 (12 600-17 300) мм³, во второй группе – 9 600 (8 300-11 300) мм³, в третьей группе – 13 800 (13 600-14 300) мм³ (табл. №2).

Следовательно, у пациентов со вторым скелетным классом выявляется уменьшение в объёме верхних дыхательных путей в сравнении с пациентами с первым скелетным классом, а также группой контроля ($pI-II < 0,001$, $pII-III < 0,001$) (рис. 4).

Статистически значимых различий между значениями объёма дыхательных путей по разработанному нами способу компьютерной диагностики объёма верхних дыхательных путей у ортодонтических пациентов и методу Vidya и соавт. (2020) при сравнении первой и третьей группы не было выявлено

($pI-III = 0,48$ и $pI-III = 0,42$ соответственно) (рис. 5).

Среднее время измерения объёма верхних дыхательных путей по разработанному нами способу компьютерной диагностики составило 2 минуты 10 секунд. В свою очередь, среднее время проведения измерения объёма верхних дыхательных путей по методу Vidya и соавт. (2020) [10] составило 4 минуты.

Обсуждение.

Нами впервые был проведен анализ объёма дыхательных путей по разработанному способу компьютерной диагностики объёма верхних дыхательных путей у стоматологических пациентов по данным КЛКТ с разрешением 17×15 в естественной окклюзии. Согласно современным стандартам ортодонтии КЛКТ является неотъемлемой частью ортодонтической диагностики для составления комплексного плана лечения на несъёмной и съёмной ортодонтической аппаратуре [12].

В результате проведенных нами изме-

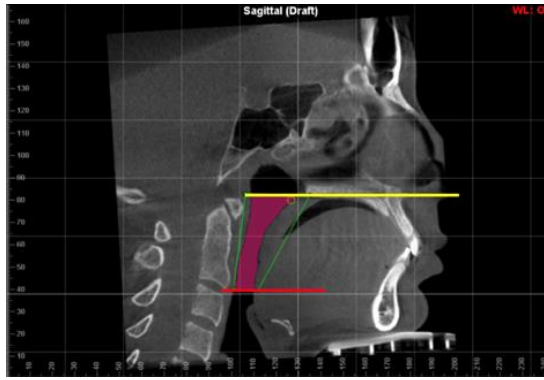


Рис. 3 а (Fig. 3 а)

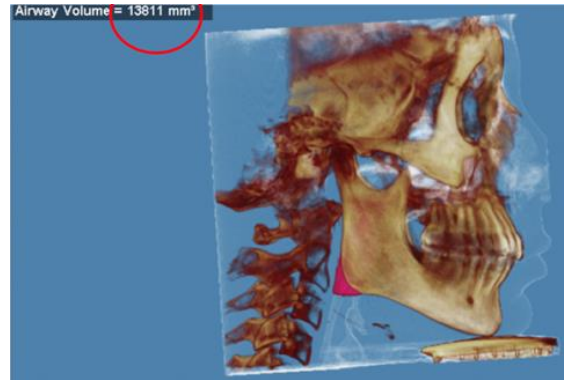


Рис. 3 б (Fig. 3 б)

Рис. 3. Измерение объёма дыхательных путей в программе Dolphin (Dolphin Imaging & Management Solutions, Chatsworth, CA, USA) по методу Vidya и соавт. (2020) [10].

а – Объём исследуемой области по данным КЛКТ ограничен нёбной плоскостью (выделена жёлтым цветом) и параллельной ей плоскостью, проходящей через наиболее передне-нижнюю точку второго шейного позвонка. Передней и задней границами исследуемой области (выделена фиолетовым цветом) являются боковые стенки глотки.

б – Программа автоматически соединяла все точки в линии и определяла объём дыхательных путей в кубических миллиметрах (красный круг).

Fig. 3. Measurement of the volume of the respiratory tract in the Dolphin program (Dolphin Imaging & Management Solutions, Chatsworth, CA, USA) by the method of Vidya et al. (2020) [10].

а – the volume of the area under study according to CBCT data is limited by the palatal plane (highlighted in yellow) and a plane parallel to it, passing through the most anterior – inferior point of the second cervical vertebra. The anterior and posterior boundaries of the study area (highlighted in purple) are the lateral walls of the pharynx.

б – the program automatically connected all the points in a line and determined the volume of the airways in cubic millimeters (red circle).

Таблица №2. Результаты измерения верхних дыхательных путей по разным методам в исследуемых группах.

Параметр	1 группа	2 группа	3 группа	P
Объём дыхательных путей по способу компьютерной диагностики объёма верхних дыхательных путей у ортодонтических пациентов (мм ³)	14 600 (12 400 - 17 100)	9 900 (7 800-11 400)	15 900 (13 900-16 300)	$P_{I-II} < 0,001$ $P_{I-III} = 0,48$ $P_{II-III} < 0,001$
Объём верхних дыхательных путей по методу Vidya и соавт. (2020) (мм ³) [10]	14 500 (12 600-17 300)	9 600 (8 300-11 300)	13 800 (13 600-14 300)	$P_{I-II} < 0,001$ $P_{I-III} = 0,42$ $P_{II-III} < 0,001$

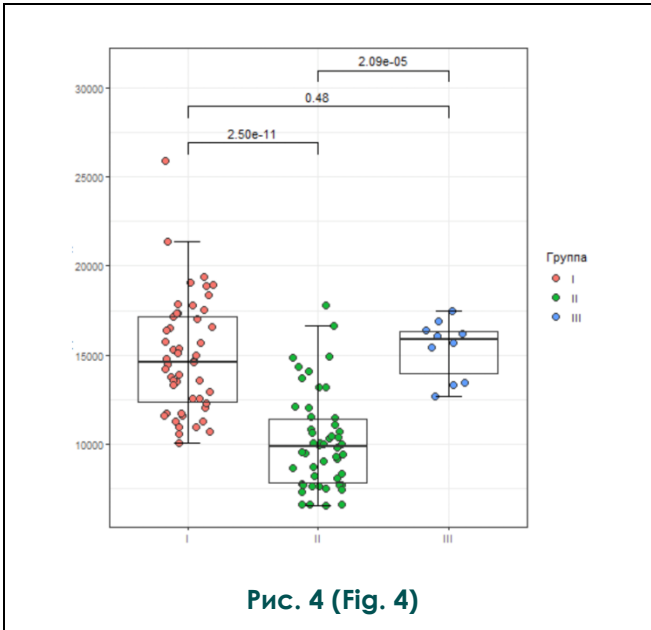


Рис. 4 (Fig. 4)

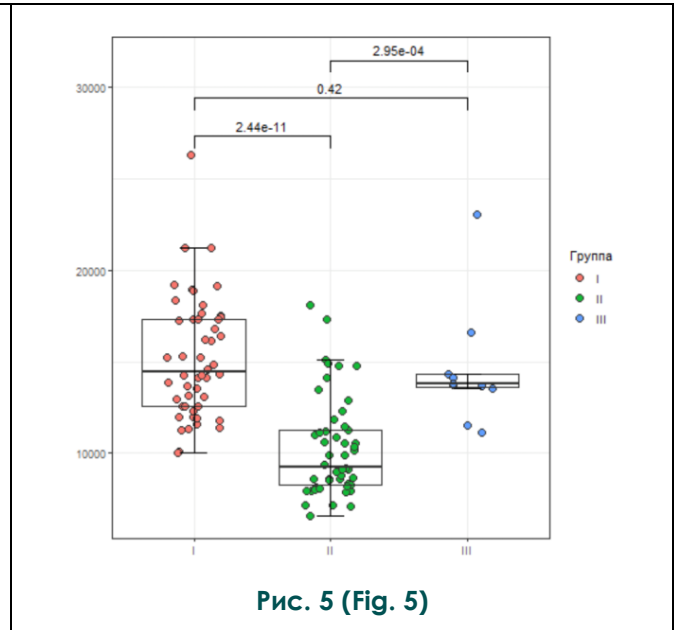


Рис. 5 (Fig. 5)

Рис. 4. Диаграмма.

Величина объёма дыхательных путей (мм³), измеренная по разработанному нами способу компьютерной диагностики объёма верхних дыхательных путей у ортодонтических пациентов трёх групп. У пациентов второй группы (с дистальным прикусом и вторым скелетным классом) отмечается значительное сокращение в объёме дыхательных путей.

Fig. 4. Diagram.

The value of the volume of the respiratory tract (mm³), measured by the method of computer diagnostics of the volume of the upper respiratory tract in orthodontic patients of three groups developed by our team. In patients of the second group (with distal occlusion and the second skeletal class) there is a significant reduction in the volume of the airways.

Рис. 5. Диаграмма.

Величина объёма дыхательных путей (мм³), измеренная по способу Vidya и соавт. (2020), у пациентов трёх групп. У пациентов второй группы (с дистальным прикусом и вторым скелетным классом) подтверждается значительное сокращение в объёме дыхательных путей [10].

Fig. 5. Diagram.

The value of the volume of the respiratory tract (mm³), measured by the method of Vidya et al. (2020), in patients of three groups. In patients of the second group (with distal occlusion and the second skeletal class), a significant reduction in the volume of the airways is confirmed [10].

рений в трёх плоскостях в программе Dolphin (Dolphin Imaging & Management Solutions, Chatsworth, CA, USA) было установлено, что у пациентов с дистоокклюзией и вторым скелетным классом выявляется уменьшение в объёме верхних дыхательных путей в сравнении с пациентами с первым скелетным классом, а также группой контроля.

Следовательно, сагитальное взаиморасположение челюстей у пациентов с гнатической формой дистального прикуса влияет на морфометрические характеристики дыхательных путей. Полученные данные согласуются с исследованием Lopatiene и соавт. (2016), в котором было установлено, что уменьшение значения угла SNB и увеличение значения угла ANB при дистальном прикусе сопровождаются функциональными нару-

шениями дыхательных путей [11]. Кроме того, в работе Alves и соавт. (2008) было установлено, что дистальное положение нижней челюсти при аномалии II класса гнатической формы является одним из факторов риска развития синдрома обструктивного апноэ в ночное время [13].

Уменьшение в объёме дыхательных путей у пациентов с дистальным прикусом гнатической формы связано с ретроположением нижней челюсти (параметр SNB у данной группы пациентов был меньше 76,4°). Полученные данные согласуются с результатами ранее проведенных нами исследований: уменьшение значения параметра SNB сопровождается уменьшением объёма верхних дыхательных путей [14]. Кроме того, в исследовании Балашовой М.Е. (2022) на основании данных цефалометрического расчёта

боковых телерентгенограмм (ТРГ) было выявлено, что у пациентов со II скелетным классом наблюдается сужение носоглотки [15]. Однако, важно указать, что анализ 2D рентгенологического снимка имеет ряд ограничений: наличие искажений за счёт неправильной ориентации головы пациента в цефалостате, наложение анатомических структур, появление двойного контура, увеличение реального размера объекта [16]. Поэтому в нашем исследовании для измерений был выбран трехмерный метод рентгенологического обследования пациента.

Оценка состояния дыхательных путей на основании данных КЛКТ также была выполнена в зарубежном исследовании Zou и соавт. (2020), в котором авторы установили, что при дистальном прикусе наблюдается не только уменьшение в объёме верхних дыхательных путей, но и меньший объём языка, низкое расположение подъязычной кости. По данным авторов, КЛКТ является наиболее точным методом диагностического обследования ортодонтического пациента [17].

Среднее время проводимого измерения объёма дыхательных путей в программе Dolphin (Dolphin Imaging & Management Solutions, Chatsworth, CA, USA) по предложенному нами способу компьютерной диагностики объёма верхних дыхательных путей у ортодонтических пациентов составило 2 минуты 10 секунд. Одним из преимуществ разработанного нами способа измерения объёма дыхательных путей является сокращение временных затрат на проведение комплексной ортодонтической диагностики: плоскости ANS-PNS и Go-Me применяются при проведении цефалометрического анализа для измерения размера и инклинации верхней и нижней челюстей. Наличие проведенных референтных плоскостей при проведении трёхмерного цефалометрического анализа уменьшает временные затраты и упрощает методику измерения объёма дыхательных путей. Кроме того, костные структуры – плоскости верхней и нижней челюсти – хорошо визуализируются по данным КЛКТ, что повышает точность результатов проводимых измерений.

В свою очередь, среднее время анализа объёма верхних дыхательных путей по методу Vidya и соавт. (2020) [10] составило 4 минуты ввиду необходимости построения дополнительной плоскости, проходящей через наиболее передне-нижнюю точку второго шейного позвонка, параллельно плоскости ANS-PNS. Однако важно учитывать, что у пациентов с дистальным прикусом часто диагностируются такие нарушения опорно-

двигательной системы, как лордоз в шейном отделе позвоночника, что сопровождается ротацией и смещением шейных позвонков [18]. Следовательно, применение плоскости, проходящей через наиболее передне-нижнюю точку второго шейного позвонка, приводит к ошибочному измерению объёма дыхательных путей. Также данный способ является неинформативным у растущих ортодонтических пациентов, так как границы шейных позвонков находятся на стадии развития и формирования.

Учитывая данные несовершенства, нами был разработан способ компьютерной диагностики объёма верхних дыхательных путей у ортодонтических пациентов по данным КЛКТ, который продемонстрировал высокую точность проводимых измерений, упрощение методики и уменьшение временных затрат при проведении диагностического обследования. Сокращение временных затрат при проведении измерений объёма верхних дыхательных путей составило 1 минуту 9 секунд.

Заключение.

Таким образом, зубочелюстная аномалия II класса гнатической формы сопровождается сокращением объёма дыхательных путей по данным КЛКТ в сравнении с пациентами с ортогнатическим прикусом. Разработанный нами способ компьютерной диагностики объёма верхних дыхательных путей у ортодонтических пациентов обладает высокой точностью и упрощает методику комплексного диагностического обследования по данным КЛКТ перед началом лечения на несъёмной и съёмной аппаратуре и необходим для составления комплексного индивидуального плана ортодонтического лечения с целью устранения не только эстетических, но и функциональных нарушений, а также достижения стабильных результатов проводимой терапии в практике врача-ортодонта. КЛКТ является неотъемлемым методом лучевой диагностики стоматологического пациента и необходима не только для выполнения трёхмерного цефалометрического анализа, оценки состояния зубоальвеолярных структур челюстно-лицевой области, но и для оценки состояния дыхательных путей на этапе ортодонтического лечения.

Источник финансирования и конфликт интересов.

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие финансовой поддержки исследования и конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

Список литературы:

- Guo L., Feng Y., Guo H.G., Liu B.W., Zhang Y. Consequences of orthodontic treatment in malocclusion patients: clinical and microbial effects in adults and children // *BMC Oral Health*. 2016;16(1):112. doi: 10.1186/s12903-016-0308-7.
- Яркин В.В., Оспанова Г.Б. Методы, профилактики и лечения трансверсальных нарушений окклюзии в период сменного прикуса. *Ортодонтия*. 2009; 1 (45): 93.
- Гонтарев С.Н. Распространенность и структура зубочелюстных аномалий у детей и подростков районных центров Белгородской области. *Вестник новых медицинских технологий*. 2011; 2: 57-59.
- Соколович Н.А., Саунина А.А., Огрина Н.А., Солдатов И.К. Влияние зубочелюстных аномалий на уровень психологической тревожности воспитанников общеобразовательных организаций Минобороны России. *Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях*. 2022; 3. doi 10.25016/2541-7487-2022-0-3-58-64
- Elmmani B. T. Orthodontic Alterations Associated with Mouth Breathing Habit // *Pakistan Oral Dent. J*. 2015; 35(2): 234-237.
- Silva N.N., Lacerda R.H., Silva A.W., Ramos T.B. Assessment of upper airways measurements in patients with mandibular skeletal Class II malocclusion. *Dental Press J. Orthod*. 2015;20(5):86-93. doi: 10.1590/2177-6709.20.5.086-093.oar.
- Muto T., Yamazaki A., Takeda S. A cephalometric evaluation of the pharyngeal airway space in patients with mandibular retrognathia and prognathia, and normal subjects. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg*. 2008;37(3):228-31. doi: 10.1016/j.ijom.2007.06.020.
- Bollhalder J., Hänggi M.P., Schätzle M., Markic G., Roos M., Peltomäki T.A. Dentofacial and upper airway characteristics of mild and severe class II division 1 subjects. *Eur. J. Orthod*. 2013;35(4):447-53. doi: 10.1093/ejo/cjs010.
- Ogawa T., Enciso R., Shintaku W.H., Clark G.T. Evaluation of cross-section airway configuration of obstructive sleep apnea. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod*. 2007;103(1):102-8. doi: 10.1016/j.tripleo.2006.06.008.
- Vidya G., Dinesh B., Balakrishna R., Khan A.M. Comparison of 3 dimensional airway volume in class I patients, class II and class III skeletal deformities. *Eur. J. Mol. Clin. Med*. 2020; 7(9): 1219-1241.
- Lopatiene K., Sidlauskas A., Vasiliauskas A. Relationship between malocclusion, soft tissue profile, and pharyngeal airways: A cephalometric study. *Medicina*. 2016; 52 (5): 307-314.
- Соколович Н.А., Олейник Е.А., Петрова Н.П. Цифровые технологии в ортодонтии. *Институт стоматологии*. 2020; 2 (87): 91-93.
- Alves P.V., Zhao L., O'Gara M., Patel P.K., Bolognese A.M. Three-dimensional cephalometric study of upper airway space in skeletal class II and III healthy patients. *J. Craniofac. Surg*. 2008;19(6):1497-507. doi: 10.1097/SCS.0b013e31818972ef.
- Соколович Н.А., Саунина А.А., Петрова Н.П. Оценка состояния дыхательных путей у растущих пациентов с целью обоснования раннего ортодонтического лечения. *Современная детская стоматология и ортодонтия: Сборник трудов Международной конференции*. Санкт-Петербург, 2021. СС. 29-30.
- Балашиова М.Е. Влияние параметров воздухоносных путей на краниофациальные характеристики. *Scientist*. 2022; 4 (22).
- Swennen, G.R.J., Schutyser F. *Three dimensional cephalometry*. Belgium. 2005.
- Zou, Y., Fu Q.M., Xu X.Y. Relationships among tongue volume, hyoid position, airway volume and maxillofacial form in paediatric patients with Class, Class and Class malocclusions. *Shanghai Kou Qiang Yi Xue*. 2020; 29 (6): 632-637.
- Oyanedel S., Diaz C., Manríquez A. Relationship between craniocervical posture and skeletal class: A statistical multivariate approach for studying Class II and Class III malocclusions. *Cranio: the journal of craniomandibular practice*. 2019; 39: 1-8. doi: 10.1080/08869634.2019.1603795.

References:

- Guo L, Feng Y, Guo HG, Liu BW, Zhang Y. Consequences of orthodontic treatment in malocclusion patients: clinical and microbial effects in adults and children. *BMC Oral Health*. 2016; 16 (1): 112. doi: 10.1186/s12903-016-0308-7.
- Jarkin V.V., Ospanova G.B. Methods, prevention and treatment of transversal occlusion disorders during mixed dentition. *Orthodontics*. 2009; 1 (45): 93 (in Russian).
- Gontarev S.N. The prevalence and structure of dentoalveolar anomalies in children and adolescents of the regional centers of the Belgorod region. *Bulletin of new medical technologies*. 2011; 2: 57-59 (in Russian).
- Sokolovich N.A., Saunina A.A., Ogrina N.A., Soldatov I.K. Influence of dentoalveolar anomalies on the level of psychological anxiety of pupils of educational institutions of the Ministry of Defense of Russia. *Medical-biological and socio-psychological problems of safety in emergency situations*. 2022; 3. doi 10.25016/2541-7487-2022-0-3-58-64 (in Russian).
- Elmmani B. T. Orthodontic Alterations Associated with Mouth Breathing Habit. *Pakistan Oral Dent. J*. 2015; 35(2): 234-237.
- Silva N.N., Lacerda R.H., Silva A.W., Ramos T.B. Assessment of upper airways measurements in patients with mandibular skeletal Class II malocclusion. *Dental Press J. Orthod*. 2015;20(5):86-93. doi: 10.1590/2177-6709.20.5.086-093.oar.
- Muto T., Yamazaki A., Takeda S. A cephalometric evaluation of the pharyngeal airway space in patients with mandibular retrognathia and prognathia, and normal subjects. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg*. 2008;37(3):228-31. doi: 10.1016/j.ijom.2007.06.020.
- Bollhalder J., Hänggi M.P., Schätzle M., Markic G., Roos M., Peltomäki T.A. Dentofacial and upper airway characteristics of mild and severe class II division 1 subjects. *Eur. J. Orthod*. 2013;35(4):447-53. doi: 10.1093/ejo/cjs010.
- Ogawa T., Enciso R., Shintaku W.H., Clark G.T. Evaluation

- of cross-section airway configuration of obstructive sleep apnea. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.* 2007;103(1):102-8. doi: 10.1016/j.tripleo.2006.06.008.
10. Vidya G., Dinesh B., Balakrishna R., Khan A.M. Comparison of 3 dimensional airway volume in class I patients, class II and class III skeletal deformities. *Eur. J. Mol. Clin. Med.* 2020; 7(9): 1219-1241.
11. Lopatiene K., Sidlauskas A., Vasiliauskas A. Relationship between malocclusion, soft tissue profile, and pharyngeal airways: A cephalometric study. *Medicina.* 2016; 52 (5): 307-314.
12. Sokolovich N.A., Olejnik E.A., Petrova N.P. Digital technologies in orthodontics. *Institut of stomatology.* 2020; 2 (87): 91-93 (in Russian).
13. Alves P.V., Zhao L., O'Gara M., Patel P.K., Bolognese A.M. Three-dimensional cephalometric study of upper airway space in skeletal class II and III healthy patients. *J. Craniofac. Surg.* 2008;19(6):1497-507. doi: 10.1097/SCS.0b013e31818972ef.
14. Sokolovich N.A., Saunina A.A., Petrova N.P. Assessing the Airway in Growing Patients to Justify Early Orthodontic Treatment. *Modern pediatric dentistry and orthodontics: Collection of proceedings of the International Conference. Sankt-Peterburg, 2021. PP. 29-30 (in Russian).*
15. Balashova M.E. The influence of airway parameters on craniofacial characteristics. *Scientist.*2022; 4 (22) (in Russian).
16. Swennen, G.R.J., Schutyser F. *Three dimensional cephalometry. Belgium. 2005.*
17. Zou, Y., Fu Q.M., Xu X.Y. Relationships among tongue volume, hyoid position, airway volume and maxillofacial form in paediatric patients with Class , Class and Class malocclusions. *Shanghai Kou Qiang Yi Xue.* 2020; 29 (6): 632-637.
18. Oyanedel S., Diaz C., Manríquez A. Relationship between craniocervical posture and skeletal class: A statistical multivariate approach for studying Class II and Class III malocclusions. *Cranio: the journal of craniomandibular practice.* 2019; 39: 1-8. doi: 10.1080/08869634.2019.1603795.