

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ "РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ДРУЖБЫ НАРОДОВ ИМЕНИ ПАТРИСА ЛУМУМБЫ»

*На правах рукописи*

**Балашова Мария Евгеньевна**

**ОПТИМИЗАЦИЯ МЕТОДОВ ДИАГНОСТИКИ И ПЛАНИРОВАНИЯ  
ЛЕЧЕНИЯ ЗУБОЧЕЛЮСТНЫХ АНОМАЛИЙ У ДЕТЕЙ С  
ГИПЕРТРОФИЕЙ ГЛОТОЧНОЙ МИНДАЛИНЫ ПОСРЕДСТВОМ  
КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

3.1.7. Стоматология

3.1.3. Оториноларингология

Диссертация на соискание ученой степени  
кандидата медицинских наук

Научные руководители:  
кандидат медицинских наук, доцент З.С. Хабазе  
доктор медицинских наук, профессор В.И. Попадюк

Москва – 2024

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	4
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ .....	15
1.1. Распространенность нарушения носового дыхания у детей .....	15
1.2. Влияние носового и ротового дыхания на формирование зубочелюстной системы и морфологию дыхательных путей.....	19
1.3. Постуральный статус и его взаимосвязь с типом дыхания .....	28
1.4. Применение лучевых методов в диагностике состояния верхних дыхательных путей .....	31
1.5. Использование компьютерных технологий и искусственного интеллекта в стоматологии.....	37
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ .....	44
2.1. Общая характеристика и материал исследования .....	44
2.2. Клиническое обследование пациентов .....	48
2.3. Фотометрический анализ лица и окклюзии .....	49
2.4. Биометрическое исследование гипсовых моделей зубных рядов.....	50
2.5. Рентгенологическое исследование .....	51
2.6. Алгоритм проведения оценки состояния верхних дыхательных путей с использованием КЛКТ.....	57
2.7. Статистическая обработка результатов исследования.....	66
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	68
3.1. Результаты анкетирования .....	68
3.1.1. Анкетирование законных представителей пациентов .....	68
3.1.2. Анкетирование врачей.....	70
3.2. Распространенность аномалий окклюзии зубных рядов .....	73
3.3. Общая характеристика обследованных пациентов .....	76
3.4. Результаты клинического обследования .....	78
3.5. Результаты биометрического исследования диагностических моделей челюстей.....	81
3.6. Результаты рентгенологического исследования .....	86
3.6.1. Ортопантомография.....	86
3.6.2. Телерентгенография в боковой проекции .....	88

3.6.2.1. Исследование эффективности цефалометрического анализа для оценки состояния ВДП по ТРГ в боковой проекции .....	94
3.6.2.2. Оценка эффективности искусственного интеллекта в анализе верхних дыхательных путей по ТРГ .....	101
3.6.3. КЛКТ исследование .....	105
3.6.3.1. Результаты КЛКТ исследования.....	105
3.6.3.3. Оценка эффективности алгоритма и искусственного интеллекта в анализе КЛКТ.....	109
3.7. Взаимосвязь оториноларингологического анамнеза, типа дыхания и окклюзии с состоянием верхних дыхательных путей и позурой.....	110
3.8. Клинические примеры .....	114
3.9. Оптимизация планирования лечения и маршрутизации пациентов с гипертрофией глоточной миндалины и ротовым дыханием .....	123
Глава 4. Обсуждение полученных результатов и заключение .....	127
4.1. Обсуждение результатов .....	127
4.2. Заключение .....	137
4.3. Выводы .....	143
4.4. Практические рекомендации.....	145
4.5. Список сокращений .....	146
4.6. Список литературы .....	148
4.7. Приложения .....	173
Приложение 1 .....	173
Приложение 2 .....	174
Приложение 3 .....	175
Приложение 4 .....	176

## ВВЕДЕНИЕ

### Актуальность темы исследования

Своевременная диагностика и комплексное лечение аномалий окклюзии у детей с сопутствующей ЛОР-патологией является одной из актуальных проблем в современной стоматологии ввиду их высокой распространенности [2, 16, 19, 21, 24, 38, 147, 200]. По данным исследований отечественных и зарубежных авторов распространённость патологии прикуса среди детского населения составляет от 50 до 95% [16, 134, 147, 197, 208]. В свою очередь, нарушение правильного паттерна дыхания и развитие обструкции верхних дыхательных путей на фоне гипертрофии глоточной миндалины приводит к увеличению числа зубочелюстных изменений у детей [42, 50, 115, 201, 209, 213]. У детей с отягощенным ЛОР-анамнезом патологии временного и сменного прикуса, которые не были выявлены и устранены на ранних этапах, в период постоянного прикуса приобретают более выраженные скелетные формы и нуждаются в длительном, сложном и дорогостоящем лечении [20, 24, 180, 201, 207]. Решение данной междисциплинарной проблемы является важной медицинской задачей.

Эффективность и стабильность результатов ортодонтического лечения зависит от правильности и качества диагностики патологии челюстно-лицевой области. Диагностический этап является необходимым условием для комплексного планирования лечения пациентов с сопутствующей патологией [19]. В практике врача-ортодонта особое место занимает расчет и анализ рентгенологических исследований. На сегодняшний день известно большое количество методик расчета телерентгенограмм (ТРГ) в боковой проекции и анализа конусно-лучевых компьютерных томограмм (КЛКТ) [7, 36, 65, 71, 85, 114, 147]. Попытки повысить эффективность и информативность данных видов исследований развиваются в направлении увеличения количества параметров, которые необходимо учитывать при составлении плана лечения. В ортодонтической практике анализ данных рентгенологических исследований

позволяет проводить оценку структур челюстно-лицевой области, верхних дыхательных путей, положения шейного отдела позвоночного столба и головы, визуализировать ЛОР-органы [3, 12, 79, 88, 205]. Несмотря на это, большинство авторов практически не учитывают особенности морфологии верхних дыхательных путей и постуры либо не владеют соответствующими методиками для их оценки.

За последние 20 лет активное внедрение и использование цифровых технологий в стоматологии, в том числе, в ортодонтии, значительно изменило клинический подход к получению и анализу диагностических данных и планированию лечения [118, 171, 184, 204]. В связи с развитием рентгенодиагностики, активной цифровизацией стоматологии и внедрением технологии искусственного интеллекта (ИИ) в данной области целесообразно и необходимо более предметно изучать возможности рентгенодиагностики у пациентов с зубочелюстными аномалиями (ЗЧА) и ЛОР-патологией. В условиях ограниченного количества исследований, посвященных комплексному изучению состояния зубочелюстной и постуральной систем, верхних дыхательных путей (ВДП), появление новых методик диагностики, планирования и прогнозирования результатов лечения обуславливает важность решения вопросов разработки и внедрения новых цефалометрических расчетов, алгоритмов оценки рентгенологических данных в стоматологической практике.

Таким образом, в связи с высокой распространенностью перечисленных патологий и их взаимосвязи друг с другом, актуальным является исследование диагностических возможностей современных цифровых технологии в оценке состояния верхних дыхательных путей у детей с зубочелюстными аномалиями и гипертрофией глоточной миндалины, а также разработка методики анализа цефалометрических параметров по данным ТРГ в боковой проекции, КЛКТ и алгоритма взаимодействия врачей-ортодонтотв и оториноларингологов в целях повышения качества оказываемый медицинской помощи.

### **Степень разработанности темы исследования**

В настоящее время из-за высокой распространенности аномалий зубочелюстной системы (ЗЧС) у пациентов с гипертрофией глоточной миндалины (ГГМ) и ротовым дыханием больше внимания необходимо уделять проблемам диагностики и планирования лечения данной категории пациентов с использованием современных компьютерных технологий [4, 5, 45, 212]. Актуальным является вопрос исследования степени междисциплинарного взаимодействия врачей-ортодонтотв и оториноларингологов, а также определение эффективности использования ТРГ и КЛКТ в оценке верхних дыхательных путей. Между тем в литературе недостаточно освещена проблема комплексного планирования и лечения пациентов с ЗЧА и гипертрофией глоточной миндалины, ограничены представления об индивидуальном подходе в маршрутизации данной категории пациентов [30, 51, 66, 103, 139, 196]. Поскольку состояние верхних дыхательных путей и тип дыхания напрямую влияют на рост и развитие орорфациальной области, то их оценка является важным компонентом клинической ортодонтической и оториноларингологической практики [14, 151, 214]. Это обуславливает необходимость разработки плана маршрутизации ортодонтических пациентов с ЛОР-патологией и алгоритма взаимодействия врача-ортодонта и оториноларинголога.

Среди множества методов расчета ТРГ и анализа КЛКТ, ни в одном из них не содержится четких критериев для оценки состояния верхних дыхательных путей. В связи с этим необходимо модифицировать тактику анализа ТРГ в боковой проекции и данных КЛКТ с целью расширения диапазона диагностических возможностей перечисленных методов исследования. Для экономии временных затрат врача-стоматолога на проведение диагностического этапа и повышения эффективности рентгенологических расчетов необходимо разработать цефалометрический анализ и алгоритм для оценки состояния верхних дыхательных путей и ЛОР-органов, который в перспективе может быть автоматизирован при помощи технологии искусственного интеллекта и включен

в алгоритм комплексной диагностики в области стоматологии и оториноларингологии.

Несмотря на то, что взаимосвязь гипертрофии глоточной миндалины и ротового дыхания с изменениями ЧЛЮ изучена достаточно, существуют некоторые недостатки в оценке состояния дыхательных путей и оценке взаимосвязи с типом дыхания у пациентов детского возраста [3, 18, 22, 28, 35, 39, 57, 101]. В частности, недостаточно изучена тема способов оценки состояния верхних дыхательных путей в планировании лечения ортодонтических пациентов с гипертрофией глоточной миндалины и ротовым дыханием с использованием цифровых технологий и искусственного интеллекта [56, 67, 103, 118, 121]. Исследование диагностических возможностей современных цифровых технологии в оценке состояния верхних дыхательных путей у детей с ЗЧА и гипертрофией глоточной миндалины позволяет объективно оценить результаты рентгенологических исследований для корректной маршрутизации пациента и планирования лечения. Решение этого вопроса является актуальным и перспективным в век активной цифровизации стоматологии и требует более детального исследования, что и явилось основанием для проведения научно-исследовательской работы.

### **Цель исследования**

повышение качества и эффективности диагностики и планирования лечения зубочелюстных аномалий у детей с гипертрофией глоточной миндалины посредством компьютерных технологий.

### **Задачи исследования**

1. Проанализировать качество взаимодействия между врачами-ортодонтами и оториноларингологами, исследовать особенности диагностики и планирования лечения пациентов с зубочелюстными аномалиями и гипертрофией глоточной миндалины на основании данных анкетирования врачей обеих специальностей.

2. Усовершенствовать методику цефалометрического анализа верхних дыхательных путей по данным ТРГ и разработать алгоритм для оценки состояния верхних дыхательных путей по данным КЛКТ с использованием компьютерных технологий.
3. Исследовать распространенность гипертрофии глоточной миндалины и видов аномалий окклюзии зубных рядов у детей 7–12 лет и их влияние на зубочелюстно-лицевую и постуральную системы на основании данных рентгенологических методов исследования.
4. Оценить эффективность оптимизированной методики цефалометрического анализа и предложенного алгоритма и разработать практические рекомендации по их использованию в диагностике и планировании лечения у детей с зубочелюстными аномалиями и гипертрофией глоточной миндалины, разработать практические рекомендации для врачей-ортодонтотв и оториноларингологов с целью улучшения качества их взаимодействия.

#### **Научная новизна**

Проанализирован уровень взаимодействия между стоматологами-ортодонтами и оториноларингологами с помощью специально разработанных анкет, который составляет 80% и 70% соответственно. Выявлено преимущественное использование двумерных методов рентгенологической диагностики, ТРГ в боковой проекции и рентгенографии носоглотки, в качестве дополнительных методов исследования для оценки состояния верхних дыхательных путей у врачей-ортодонтотв (45%) и оториноларингологов (64%).

Впервые оптимизирована методика цефалометрического анализа верхних дыхательных путей по данным ТРГ в боковой проекции и разработан алгоритм для оценки состояния верхних дыхательных путей по данным КЛКТ, исследована клиническая эффективность применения данных методов. Впервые исследована распространенность гипертрофии глоточной миндалины по данным рентгенологических исследований с использованием оптимизированной методики



цефалометрического анализа по данным ТРГ и разработанного алгоритма по данным КЛКТ у детей 7-12 лет, которая составила 77,5 %. Проведено исследование возможности оценки состояния верхних дыхательных путей с использованием искусственного интеллекта, применение которого в 2 раза уменьшает временные затраты на проведение диагностики.

Определена взаимосвязь между степенью сужения верхних дыхательных путей и типом аномалии окклюзии у детей 7-12 лет, сужение просвета верхних дыхательных путей положительно коррелирует с развитием дистального глубокого прикуса. Впервые определена отрицательная корреляция (-0,51) между параметрами положения головы и сагиттальным размером носоглотки и ротоглотки и умеренная положительная корреляция (0,48) между типом роста лицевого скелета и гипертрофией глоточной миндалины.

Разработана схема планирования лечения и маршрутизации пациентов детского возраста с зубочелюстными аномалиями и гипертрофией глоточной миндалины, направленная на улучшение качества оказываемой медицинской помощи за счет повышения эффективности кооперации между врачами-ортодонтами и оториноларингологами.

### **Теоретическая и практическая значимость**

Научно обоснован комплексный подход в диагностике и планировании лечения детей с аномалиями окклюзии зубных рядов и ротовым дыханием на фоне гипертрофии глоточной миндалины. В результате проведенной научно-исследовательской работы усовершенствована схема рентгенологического исследования у пациентов перед проведением ортодонтического лечения с учетом оториноларингологического анамнеза и типа дыхания, разработана схема планирования лечения и маршрутизации пациентов.

На основании клинико-рентгенологических данных выявлены характерные изменения зубочелюстной и постуральной системы и научно обоснована целесообразность ранней диагностики ротового дыхания на фоне гипертрофии глоточной миндалины и аномалий окклюзии для привлечения смежных

специалистов. По результатам статистического анализа была доказана высокая степень корреляционной взаимосвязи между гипертрофией глоточной миндалины, ротовым дыханием и формированием дистального типа прикуса в сочетании с глубоким резцовым перекрытием.

На основании анализа рентгенологических данных обоснована необходимость и доказана возможность оценки верхних дыхательных путей с использованием с телерентгенографии в боковой проекции, конусно-лучевой компьютерной томографии и технологии искусственного интеллекта.

Внедрение в практику врачей-ортодонт разработанного оптимизированного рентгеноцефалометрического метода и алгоритма (патент на изобретение РФ № 2811262 от 11.01.2024 г.) позволит сократить временные затраты на интерпретацию диагностических данных, повысить точность измерений и расчетов. Практические рекомендации по диагностике гипертрофии глоточной миндалины и сужению верхних дыхательных путей направлены на оптимизацию планирования лечения и маршрутизации пациентов с ЗЧА, гипертрофией глоточной миндалины и ротовым дыханием для проведения комплексного лечения, достижения стабильных результатов с минимизацией риска развития рецидива.

Результаты диссертационного исследования позволяют проводить комплексную диагностику и планирование лечение пациентов с зубочелюстными аномалиями и сопутствующей ЛОР-патологией.

### **Методология и методы исследования**

Диссертация выполнена на кафедрах терапевтической стоматологии и оториноларингологии медицинского института ФГБОУ ВО РУДН им. Патриса Лумумбы в соответствии с принципами этического кодекса и доказательной медицины. В работе использованы клинические, диагностические и статистические методы исследования. Было обследовано 80 пациентов в возрасте 7–12 лет с различными патологиями прикуса, родители которых обращались в 2020–2023 гг. за консультацией к ортодонт в стоматологическую клинику ООО «Стоматология на Планерной» г. Москва на базе сети клиник ООО «Юнидент».

Оценивали состояние верхних дыхательных путей, возможность и качество рентгенологической диагностики данной области с использованием компьютерных технологий.

Для исследования распространенности ЗЧА, гипертрофии глоточной миндалины и ротового дыхания был проведен ретроспективный анализ 80 историй болезни детей в возрасте от 7 до 12 лет. Проведен комплексный анализ данных клинических и дополнительных методов исследования 80 детей.

### **Основные положения, выносимые на защиту**

1. На основании данных анкетирования проведена оценка качества взаимодействия между стоматологами-ортодонтами и оториноларингологами, исследованы особенности рентгенологической диагностики гипертрофии глоточной миндалины и обоснована необходимость мотивирования врачей обеих специальностей к междисциплинарному сотрудничеству.

2. Доказана эффективность использования оптимизированного цефалометрического анализа и нового запатентованного алгоритма в оценке состояния верхних дыхательных путей и гипертрофии глоточной миндалины по данным ТРГ в боковой проекции и КЛКТ. Включение в диагностический алгоритм предложенных методов позволяет комплексно проводить диагностику и планирование лечения.

3. На основании клинико-рентгенологических данных выявлена высокая распространенность ЗЧА у детей с гипертрофией глоточной миндалины. По данным КЛКТ и ТРГ в боковой проекции установлено, что гипертрофия глоточной миндалины способствуют изменению положения зубов, челюстей, головы, шейного отдела позвоночного столба и параметров верхних дыхательных путей.

4. Разработанные диагностико-тактический алгоритм и схема планирования ортодонтического лечения у пациентов с гипертрофией глоточной миндалины позволяют оптимизировать процесс диагностики и планирования

ортодонтического лечения, повысить качество оказываемой медицинской помощи за счет реализации принципов междисциплинарного подхода.

### **Степень достоверности и апробация работы**

Степень достоверности результатов проведенного исследования обусловлена достаточным количеством пациентов, научным дизайном клинического исследования (открытое, прямое, контролируемое), использованием современных методов исследования и статистической обработки. Статистический анализ подтвержден современными методами статистической обработки (критерий Манна-Уитни, критерий Стьюдента, коэффициент корреляции Пирсона), группы сформированы с учетом критериев включения и исключения. Выводы и практические рекомендации являются достоверными, статистически подтвержденными и научно обоснованными, логически сформированы по полученным результатам исследования.

Промежуточные результаты диссертационного исследования были изложены и обсуждены на научно-практических конференциях: Всероссийской научно-практической конференции «Клинические и теоретические аспекты современной медицины (г. Москва, 2021 г.)»; Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых и студентов с международным участием «VolgaMedScience» (г. Нижний Новгород, 2022 г.); IV конференции с международным участием «По итогам НИР: наука и практика в стоматологии» (г. Барнаул, 2022 г.); научно-практической конференции с международным участием «Научный авангард» (г. Москва, 2022 г.); II всероссийской межвузовской научно-практической конференции молодых ученых «Актуальные вопросы стоматологии» (г. Москва, 2022 г.); 48-й международной научно-практической конференции «Advances in Science and Technology» (г. Москва, 2022 г.); XII Международной научно-практической конференции «Молодые ученые в решении актуальных проблем науки» (г. Владикавказ, 2022); международной (XXVII

Всероссийской) Пироговской научной медицинской конференции студентов и молодых ученых (г. Москва, 2023 г.).

Апробация диссертационной работы проведена на межкафедральном заседании кафедр терапевтической стоматологии и оториноларингологии МИ ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы» (протокол № 4 от 25.11.2023).

### **Личный вклад автора**

Личный вклад автора заключается в самостоятельном проведении обследования 80 пациентов возрастом от 7 до 12 лет с различными зубочелюстными аномалиями, проведении клинического и рентгенологического исследований, анкетировании оториноларингологов, врачей-стоматологов со специализацией «Ортодонтия» и стажем работы менее и более 3 лет. Автором проведена оценка распространенности нарушения окклюзии у детей с ротовым дыханием и гипертрофией глоточной миндалины, проведена первичная статистическая обработка и анализ полученных данных, разработана схема влияния гипертрофии глоточной миндалины и привычного ротового типа дыхания, разработана схема планирования лечения и маршрутизации пациентов в зависимости от оториноларингологического анамнеза, разработан метод рентгеноцефалометрического анализа и алгоритм для оценки состояния верхних дыхательных путей с использованием искусственного интеллекта, а также практические рекомендации для врачей-ортодонт по диагностике верхних дыхательных путей с помощью методики искусственного интеллекта. Автор выполнил лично в полном объеме статистическую обработку, полученных в ходе исследования данных, оформление и иллюстрацию диссертационной работы.

### **Публикации**

По теме диссертации опубликовано 7 научных работ, из них 2 работы в рецензируемых научных изданиях, индексируемых в международной базе данных Scopus, 4 научные работы в изданиях, рецензируемых ВАК Минобрнауки РФ, 1

статья RSCI, 14 тезисов конференций, имеются 2 патента на изобретение РФ: № 2813296 «Способ биометрической диагностики моделей челюстей с использованием цифровых технологий» от 09.02.2024 г. (Приложение 1); № 2811262 «Способ оценки состояния верхних дыхательных путей с использованием цифровых технологий» от 11.01.2024 г. (Приложение № 2).

### **Внедрение результатов исследования**

Материалы исследования включены в учебный процесс студентов и ординаторов на кафедрах терапевтической стоматологии, стоматологии детского возраста и ортодонтии, оториноларингологии медицинского института ФГБОУ ВО РУДН им. Патриса Лумумбы. Результаты внедрены в клиническую практику работы клиники ООО «Стоматология на Планерной» г. Москва, ООО «Ваш Личный Доктор» г. Москва. Материалы исследования используются при чтении лекций и проведения практических семинаров для ординаторов по направлению «Ортодонтия» и врачей-стоматологов.

### **Объем и структура диссертации**

Диссертационная работа построена по классической схеме и состоит из введения, обзора литературы, материалов и методов исследования, результатов собственных исследований, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка литературы, приложений. Работа состоит из 179 листов машинописного текста, иллюстрирована 52 рисунками и 20 таблицами. Список литературы включает 215 использованных библиографических источников (53 – русскоязычных; 162 – англоязычных); 9 публикаций автора.

## ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

### 1.1. Распространенность нарушения носового дыхания у детей

Нормальное носовое дыхание осуществляется через систему носовых ходов и носоглоточных путей. Физиологическое носовое дыхание связано с нормальными функциями жевания, глотания, речеобразования, а также положением языка и губ, обеспечивает правильное мышечное давление, стимулирующее рост и развитие челюстно-лицевых структур [41, 62, 86, 144, 189]. Согласно теории функциональной матрицы Moss (Moss M.L., 1997) носовое дыхание обеспечивает надлежащий рост и развитие черепно-лицевого комплекса [158]. Непрерывный поток воздуха через носовые ходы оказывает постоянную стимуляцию для трансверсального роста верхней челюсти и опускания небного свода. И наоборот, гипоплазия средней части лица может привести к обструкции верхних дыхательных путей.

Ввиду анатомического соседства развитие ЛОР-органов и зубочелюстной системы (ЗЧС) находится под взаимным влиянием. Однако до сих пор не существует однозначного мнения специалистов об этиологических факторах развития ротового дыхания. По мнению ряда авторов, нарушение носового дыхания и переход к ротовому дыханию развивается на фоне сужения верхней челюсти [2, 34, 78, 98, 102, 120]. Другие авторы утверждают, что причиной формирования зубочелюстных аномалий является нарушение носового дыхания из-за назальной обструкции [17, 94, 101, 103, 140, 202]. Авторы других исследований не считают, что патология прикуса связана с нарушением дыхания [16, 92, 100, 202].

Этиология назальной обструкции и привычного ротового дыхания разнообразна. Наиболее частыми этиологическими факторами нарушения носового дыхания являются заболевания ЛОР-органов, среди которых значительную роль играют аллергические состояния, гипертрофия мягкотканых

структур (небных и глоточной миндалин) [13, 25, 34, 35, 180, 195]. Причиной ротового дыхания также могут быть изменения носовой перегородки, которая в нормальном состоянии выполняет клапанную функцию (Б.В. Шеврыгин, 1985). Перечисленные деформации могут возникать в результате диспропорции роста лицевого отдела черепа, в условиях, когда рост носовой перегородки происходит быстрее, чем формирование костного свода и дна носовой полости [52].

Гипертрофия глоточной миндалины и уменьшение объёма полости носа препятствует нормальному прохождению воздуха через дыхательные пути. При наличии таких препятствий дыхание через рот является приспособительным механизмом. Важную роль в развитии морфофункциональных и миофункциональных нарушений со стороны ЧЛЮ, которые, при отсутствии своевременной диагностики и лечения, могут быть предпосылками к формированию ЗЧА и патологии со стороны других органов и систем, играет длительное затрудненное дыхание через носовую полость [48, 111, 125, 145, 155].

Заболевания ЛОР-органов относятся к наиболее распространённым в структуре детской заболеваемости и не имеют тенденции к снижению [31, 40]. Увеличение числа детей с нарушением носового дыхания наблюдается повсеместно. По данным исследований аденоидиты занимают 1-е место в структуре оториноларингологических заболеваний среди детского населения [1, 13, 23, 34, 175]. Воспалительный процесс, персистирующий в носоглотке, способствует дальнейшему увеличению размеров аденоидной ткани и развитию рецидивов особенно на фоне снижения иммунной защиты и хронического воспаления. Развитие рецидивов происходит после проведенной хирургической санации носоглотки [12, 29, 37, 42, 44, 46, 136, 142]. Лимфоидная ткань миндалин естественным образом увеличивается до своего наибольшего размера в возрасте 5-10 лет, а затем постоянно уменьшается в размерах к 12-14 годам [14, 16, 80, 98, 141, 189, 192]. Любое дополнительное воспаление у детей этого возраста – фактическая воспалительная гипертрофия помимо физиологического увеличения аденоидов – может привести к частичной или полной обструкции носоглотки [194].



По данным исследования Inonu-Sakalli, N. et.al (2021) за последние 5 лет увеличилась встречаемость ГГМ среди пациентов детского возраста. Частыми клиническими проявлениями данной ЛОР-патологии авторы считают ротовое дыхание [120]. Цветков Э.А. (2002) в своей работе отмечал, что аденоидная гипертрофия чаще развивается у детей в возрасте 3-15 лет, реже встречается у детей более младшего возраста и у взрослых [51].

По данным исследования Пруидзе Е.А. (2010) аденоиды в структуре ЛОР-патологии составляют более половины (53,1%) всех заболеваний у детей дошкольного возраста. Частота встречаемости аденоидной гипертрофии составляет 398,8 случая на 1000 детей в дошкольном возрасте и 199,2 на 1000 среди детей школьного возраста. У детей дошкольного возраста в 21% встречается гипертрофия глоточной миндалины, а у 3% – хронический аденоидит [40]. У детей школьного возраста в 70% случаев наблюдается гипертрофия аденоидных вегетаций второй степени [18, 141].

В своей работе оториноларинголог Борзов Е.В. (2005) описал, что хроническое воспаление глоточной миндалины занимает одно из ведущих позиций в структуре ЛОР-заболеваний у пациентов дошкольного возраста и наблюдается у 20–50% детей [11]. У детей в возрасте 3–6 лет распространенность ГГМ составила 40%, у часто болеющих детей – 50% [11]. При этом, особую актуальность проблема аденоидной гипертрофии приобретает у детей младшего детского возраста, которые проживают в регионах с неблагоприятной экологической обстановкой. Среди детского населения города Челябинска за 2010 год заболевания глотки, гортани и глоточного кольца составили 32%, а гиперплазия органов глоточного кольца по обращаемости составила 17,2% [52]. Количество детей с хронической аденоидной гипертрофией, находящихся на диспансерном учете в поликлиниках г. Москвы, составляет 53,6–73,6% [29].

Авторы зарубежных эпидемиологических исследований также обращали внимание на высокую распространенность гипертрофии глоточной миндалины у детей. В своем исследовании Tse K.L. et al. (2023) выявили частоту гипертрофии у детей 12 лет, которая в среднем составила от 80 до 94% [201]. По результатам

исследования Lee С.Н. et al. (2020) распространенность аденоидной гипертрофии у детей 3-9 лет и 6-15 лет была 37,9% и 57,7% соответственно [138].

Каждый четвертый ребенок может принадлежать к группе часто болеющих детей по данным исследований ВОЗ [9]. Хронические заболевания лимфоидного глоточного кольца встречаются у 45% дошкольников, в большинстве случаев протекают параллельно с рецидивирующими и хроническими воспалительными бронхолегочными заболеваниями. В исследовании Коровиной Н.А. (2006) было установлено, что хронические воспалительные ЛОР-заболевания встречаются у 47% часто болеющих детей, что в 2 раза превышает их распространенность среди детей в общей популяции [29]. На третьем месте в ЛОР-заболеваемости у пациентов детского возраста находится патология околоносовых пазух, при этом у 50% детей во взрослом состоянии заболевания приобретают хроническое течение [37, 42, 192]. Рамазанова Г.А. (2018) обращала особое внимание на улучшение качества междисциплинарного взаимодействия стоматологов и оториноларингологов [41].

Анализируя статистические данные о распространённости нарушений носового дыхания у детей, можно сделать вывод, что количество детей с серьезными нарушениями прикуса также увеличивается. Ротовое дыхание, вызванное гипертрофией глоточной миндалины, аномалиями прикуса и миофункциональными нарушениями, также является распространенной стоматологической проблемой у пациентов детского возраста.

Особое внимание хочется обратить на то, что часть врачей-ортодонтот не во всех случаях проводят лечение данной категории пациентов в раннем возрасте и начинают лечение в 12-14 лет в период постоянного прикуса. К этому времени уже может произойти усугубление нарушений со стороны челюстно-лицевой, постуральной и дыхательной системы, которые в дальнейшем сложнее поддаются коррекции.

## **1.2. Влияние носового и ротового дыхания на формирование зубочелюстной системы и морфологию дыхательных путей**

Физиологическое носовое дыхание является одним из наиболее важных компонентов, обеспечивающих нормальный рост и развития челюстно-лицевой области [34, 61, 158]. Функция носового дыхания связана и с другими функциями ЧЛО (глотание, жевание, речь). При отсутствии дисгармонии обеспечивается правильное распределение мышечной нагрузки на губы, язык и жевательные мышцы, что в свою очередь способствует нормальному формированию скелетных структур [34]. По данным различных исследований нарушение нормальной функции внешнего дыхания, в частности носового, имеет важное значение в формировании зубочелюстных нарушений [38, 40, 51, 150].

Круговая мышца рта формирует мышечный каркас верхней и нижней губы при нормальном носовом дыхании. В состоянии физиологического покоя у пациентов с ортодонтическим прикусом круговая и подбородочная мышца расслаблены, губы при этом сомкнуты. Практически отсутствует давление языка на верхних и нижние резцы. В состоянии покоя язык прилагает к небному своду, сила давления круговой мышцы рта непосредственно на зубы фронтального отдела незначительна, что не приводит к формированию зубоальвеолярной патологии прикуса [21, 54].

У пациентов с ротовым дыханием изменяется тонус круговой мышцы рта. Повышенное давление мышцы на базис нижней челюсти ограничивает рост нижней челюсти в длину. Нижняя губа, попадая в сагиттальную щель между резцами, является препятствием к их правильному смыканию. В результате формируется чрезмерный наклон верхних центральных резцов в вестибулярном направлении, резцы нижней челюсти наклоняются в язычную сторону. При длительном ротовом дыхании нижняя челюсть смещается кзади и ротируется по часовой стрелке, увеличивается сагиттальная щель. В исследованиях выявлена

зависимость между степенью нарушения носового дыхания и глубиной неба. – глубина свода неба увеличивается на 4–5 мм по сравнению с нормой [49, 58]. Процесс глотания также нарушается у пациентов с ротовым дыханием. Когда происходит акт глотания, мышцы, прикрепленные к нижней челюсти, способствуют её смещению в ретроположение. Смещение нижней челюсти в дистальном направлении приводит к сужению верхних дыхательных путей [15, 19, 31, 87, 141]. Из-за уменьшения просвета верхних дыхательных путей и ограничения потока вдыхаемого воздуха затрудняется процесс дыхания, развивается гипоксия.

Длительная назальная обструкция влечет за собой множество негативных последствий, влияющих на формирование различных систем органов человека. Между ЗЧА и нарушением носового дыхания существует тесная патологическая связь, именно поэтому, устранение патологических процессов в носовой полости и ротоглотке является обязательным условием для успешной стоматологической коррекции. Изменение паттерна носового дыхания коррелирует с нарушениями в развитии и соответствующими изменениями в строении ВДП. В связи с этим происходит недоразвитие воздухоносных путей и лицевого скелета, тесно взаимосвязанных между собой в процессе развития, изменяется морфология дыхательных путей. Аномалии прикуса сопровождаются нарушением осанки и провоцируют у детей расстройства дыхания во сне, а также храп [10, 14, 191]. Обструкция ВДП может привести к развитию такой серьезной проблемы, как апноэ во время сна [90].

Еще в 1907 американский стоматолог Эдвард Энгль (1907) изучал особенности дыхания ртом у пациентов. Он пришел к выводу, что ротовое дыхание является одной из причин развития малокклюзии, вызывая нарушение мышечного баланса губ и щёк, изменения в структуре челюстей, носовых костей, артикуляции языка. При продолжительном ротовом дыхании также происходят изменения лицевых признаков [147]. Ортодонт R. M. Ricketts (1968) в своих работах объяснял зависимость между размером носоглотки и гипертрофией глоточной миндалины. Автор утверждал, что достаточный размер носоглотки

обеспечивает физиологический наклон мягкого неба. При сужении носоглотки мягкое небо располагается под острым углом по отношению к задней носовой кости. В таких условиях, чаще у людей с долихоцефалическим строением, нарушается правильное положение языка в полости рта в состоянии покоя, при этом мягкое небо отклоняется кзади и вверх, что в свою очередь усугубляет обструкцию носоглотки [81]. Для обеспечения нормального прохождения воздушного потока мягкое небо должно опуститься, а язык сместиться в передненижнее положение. Такая позиция языка является адаптацией на развитие обструкции носоглотки [179, 181].

R. M. Ricketts (1968) указал, что переднее положение языка связано с обструкцией носоглотки глоточной миндалиной [181]. Положение языка в свою очередь приводит к неправильному положению зубов и челюстей. Прорезывание зубов было связано с мышечной активностью языка на одной стороне, щекой на другой стороне. Ricketts также прокомментировал, что синдром обструктивного апноэ характеризуется типичными признаками со стороны лица и челюстей: вытянутое лицо; перекрёстный односторонний или двусторонний прикус или открытый прикус из-за переднего положения языка; короткие губы и протрузия зубов, двустороннее сужение челюстей. В некоторых случаях происходит ротация головы и шейного отдела позвоночного столба.

Причинно-следственные взаимосвязи между формированием ЗЧА и нарушением носового дыхания до сих пор до конца не изучены. Увеличение частоты патологии миндалин среди детского населения негативно влияет на формирование назомаксиллярного комплекса [28, 32]. Возрастные особенности формирования и развития костных структур полости рта имеют значительную корреляцию с пиком аденоидной гипертрофии в возрасте от 6 до 9 лет [43, 46]. Полное формирование костного остова носовой происходит к 10-11 годам. Поэтому, хроническое ротовое дыхание негативно сказывается на росте не только челюстей, но и полости носа, в большей степени на развитие нижнего носового хода [52, 148].

При восстановлении нормального носового дыхания отмечается восстановление изменений ЧЛО, но не всех. Нормализация дыхательной функции приводит к нормализации челюстного роста, увеличению ширины зубных рядов, улучшению профиля и осанки. При отсутствии своевременного вмешательства зубоальвеолярные деформации переходят в скелетные изменения, что проявляется увеличением нижней трети лица, угла нижней челюсти, сужением зубоальвеолярных дуг обеих челюстей [37, 144, 146].

Согласно данным исследования Li Y. et al. (2022) повторная аденоидальная инфекция и воспаление или генетические факторы могут привести к обструкции верхних дыхательных путей и развитию ротового дыхания, что, в конечном счете, приводит к изменению скелетных параметров. К развитию компенсаторного ротового дыхания, которое формируется в качестве адаптационного механизма, приводят назальная обструкция, врожденные деформации и травмы носовой полости, хронический аллергический ринит, воспалительные и опухолевые процессы, гипертрофия миндалин [141].

Функция дыхательных путей влияет на морфологию лица и черепно-лицевые функции [4, 61, 145, 149]. У пациентов с ротовым дыханием при клиническом осмотре обнаруживается открытый прикус, укороченная верхняя губа, выступающие верхние резцы, недостаточное трансверсальное и сагиттальное развитие верхней челюсти, суженные и V-образные верхнечелюстные зубоальвеолярные дуги, глубокий свод неба и перекрестное соотношение в области боковых зубов, увеличение нижней высоты лица, ретроинclinированные резцы нижней челюсти, некомпетентное смыкание губ [107, 139, 142, 172]. Многие авторы утверждают, что хроническое ротовое дыхание является неблагоприятным фактором для формирования ЧЛО в период роста ребенка, приводит к развитию серьезных морфологических и психологических нарушений [1, 37, 71, 189].

По данным некоторых исследований у пациентов с нарушением носового дыхания риск возможного развития ЗЧА увеличивается в 2-3 раза [26, 31, 33]. При этом зубочелюстные патологии, формирующиеся на фоне синдрома носовой

обструкции, являются наиболее сложными в аспектах лечения, так как для данной категории пациентов характерен высокий риск развития рецидива в последующем ретенционном периоде [30, 32]. Если коррекция ротового дыхания проводится несвоевременно, то увеличивается риск рецидивирования ЗЧА даже после качественно проведенного лечения [49].

Сохранение стереотипа ротового дыхания является этиологическим фактором развития осложнений даже после хирургического вмешательства, [3, 28]. Наличие и сохранение у пациента данной миофункциональной привычки свидетельствует об отсутствии междисциплинарного взаимодействия между оториноларингологом и врачом-ортодонтом, одновременно определяя актуальность этой проблемы.

Первопричиной морфофункциональных изменений в ЗЧС являются заболевания ЛОР-органов [27, 49, 133]. Авторы многих клинических и эпидемиологических изучали взаимосвязь между формированием зубочелюстных аномалий и заболеваниями со стороны ЛОР-органов [19, 39, 49, 97, 140]. При ротовом дыхании нарушается мышечное равновесие. У пациента с ротовым дыханием и аденоидной гипертрофией происходит увеличение давления щёчных мышц на костную ткань челюсти в области верхних моляров и премоляров, смещение языка вниз и дистально [53, 54]. В таком положении язык не стимулирует рост верхней челюсти, она сужается и развивается «готическое» нёбо [17, 152].

Исследование S. Linder-Aronson и H. Holmberg (1980) стало основополагающей работой, в которой были закреплены взаимосвязи между гипертрофией глоточной миндалины и измененным черепно-лицевым ростом человека [117]. Хотя авторы отметили, что аденоидная обструкция встречается у людей с различными типами роста и патологиями прикуса, у детей с гипертрофией глоточной миндалины чаще обнаруживалась узкая верхнечелюстная зубная дуга, перекрестный прикус, высокий угол нижней челюсти и увеличенная передняя высота лица. Такой тип черепно-лицевого роста назвали «аденоидным лицом». S. Linder-Aronson (1970) признал, что теоретически

генетически обусловленный тип лицевого роста может вызвать обструкцию носоглотки. Он поддержал гипотезу о том, что обструкция носоглотки – будь то из-за гипертрофии аденоидов или другой этиологии - увеличивает сопротивление потоку воздуха из носа, поэтому дети вынуждены дышать ртом; в результате поза с открытым ртом стала движущей силой изменения черепно-лицевого роста. Он предположил, что во время дыхания ртом язык принимает более низкое положение, чтобы облегчить прохождение воздуха через рот [144]. Работа S. Linder-Aronson (1970) определила новый уровень взаимосвязи между гипертрофией миндалин и изменением черепно-лицевого роста. Следующим логическим шагом было выяснить, может ли лечение гипертрофии глоточной миндалины нормализовать черепно-лицевой рост [144].

Choi Y. et al. (2020) доказали, что обструкция носа из-за искривления перегородки может вызывать те же изменения в черепно-лицевой модели роста, что и аденоиды [83]. Несмотря на то, что гипердивергентный тип роста, перекрестный прикус могут возникать без обструкции ВДП, в настоящее время повсеместно признано, что назальная обструкция является основным этиологическим фактором «аденоидного лица» [77, 78, 152, 214].

В прошлые десятилетия не было ничего необычного в плановом удалении увеличенных миндалин. В последние годы и вполне обоснованно возросло нежелание выполнять эти процедуры. Поскольку последнее является преобладающей философией, ортодонты начали видеть больше проблем в развитии ЗЧС, по-видимому, связанных с необходимостью восстановления нормального типа дыхания [76, 134, 143, 158]. Проблема удаления аденоидов заключается в том, что при их наличии у ребенка уже нарушается рост и развитие ЗЧС, которая активно формируется до 12-13 лет. При этом патологии приобретают уже не зубоальвеолярную, а скелетную формы, что, в свою очередь, сложнее поддается лечению. Результаты коррекции при этом не всегда оптимальные и такие деформации чаще рецидивируют. Поэтому и возникает проблема, когда оториноларинголог не удаляет аденоиды, а наблюдает ребенка до возраста инволютивной регрессии (12-14 лет), а отрицательный эффект патологии



на организм проявляется и сохраняется. Исследование Magalhães, M.C. et al. (2021) показало, что детей с обструктивной гипертрофией глоточной миндалины следует лечить до достижения шестилетнего возраста, чтобы добиться полной нормализации черепно-лицевого роста и избежать сильного сужения челюстей [149].

Многочисленные проспективные нерандомизированные клинические исследования продемонстрировали нормализацию роста угла нижней челюсти в течение 5 лет наблюдения, но никаких заметных изменений в течение первого года выявлено не было [141, 162, 198]. Хотя оба исследования показали хорошую статистическую значимость, некоторые тенденции были сомнительными, а клиническое значение не было достаточно подтвержденным. Эти результаты свидетельствуют о том, что некоторая степень нормализации действительно происходит, но модель роста, не восстанавливается полностью до нормального состояния [84, 105, 156].

По данным исследования Buchinsky F. J. et al. (2000), восстановление дыхания через нос после аденотомии происходит в 54,7% случаев. В отдаленной перспективе происходит рецидив либо носовое дыхание не восстанавливается [75]. Johansson E. и Hultcrants E. (2003) выявили увеличение риска развития хронических ЛОР-заболеваний у пациентов после хирургических вмешательств на миндалинах [126]. По мнению Ситникова В.П. и соавторов (2008) проведение частичной аденотомии по сравнению с тотальной аденотомией у пациентов рецидивирующими аденоидами способствует лучшему восстановлению носового дыхания в отдаленном периоде. Метод избирательной резекции носоглоточной миндалины более предпочтительный, так как не позволяет снижать её иммунную роль [44]. Стагниева, И.В. и др. (2022), Серова, Е.Ю. и др. (2019) сообщали, что у 20-30% детей, перенесших аденотомию, сохраняются симптомы, свойственные для аденоидов и аденоидита [33].

Жигжитов Б.А. (2017) в своем исследовании писал, что привычное ротовое дыхание – это дыхание, спровоцированное миофункциональными нарушениями, а также заболеваниями ЛОР-органов, аллергическими заболеваниями дыхательных

путей, нарушениями осанки[20]. Автор утверждал, что гипертрофия глоточной миндалины не приводит к непосредственному развитию ротового дыхания. Основной причиной он считал продолжительную «заложенность» носа при частых респираторных инфекционных заболеваниях и нерационального лечения ринитов. Согласно выводам из исследования, аденотомия не приводит к восстановлению носового дыхания, а лишь создает условия для его нормализации. Именно по этой причине Жигжитов Б.А. призывал уделять больше внимания в процессе реабилитации детей после проведенной хирургической коррекции (использование миогимнастикой и миофункциональных аппаратов) [20, 47].

Wang R. et al. (2020) и Xu Q. et al. (2023) сообщали, что аномалии мягких тканей, верхней и нижней челюстей, зубов у детей с ротовым дыханием не проходят самостоятельно после аденотомии [206, 209]. Исходя из этого, функциональное перевоспитание с помощью упражнений для достижения правильного дыхания имеет основополагающее значение для этих пациентов

Патология ВДП влияет и на распространенность стоматологической заболеваемости среди детей. По мнению Дистель В.А. и др. (2019), при наличии у детей таких патологических состояний, как зубочелюстные аномалии, ЛОР-патология приводит к развитию хронических воспалительных заболеваний в тканях пародонта [18]. Чаще всего у детей в предпубертатном и в пубертатном возрастных периодах развивается катаральный гингивит. В связи с этим необходимо помнить, что проведение своевременной диагностики и комплексного лечения ортодонтической патологии, которая протекают на фоне ЛОР-заболеваний имеет большое значение для профилактики воспалительных процессов в тканях пародонта у детей. Устранение ротового дыхания путем восстановления проходимости носовых ходов совместно с миогимнастикой должно улучшать морфофункциональное состояние зубочелюстной системы и организма в целом. Это может отразиться на пародонтологическом здоровье детей, являясь важным профилактическим звеном у данной группы пациентов [25, 127].

В статье автора Мамбетовой Л.С. и др. (2018) приводятся данные о стоматологической заболеваемости детей, находящихся на лечении в ЛОР-отделении стационара [33]. Полученные результаты свидетельствуют о высоком уровне распространенности кариеса (до 84,2%), уровень интенсивности кариозного процесса соответствует субкомпенсированной форме (3,05-5,10). У 43,8-67,3% выявлено нарушение носового дыхания, что способствует развитию ортодонтической патологии. В исследовании говорится, что наилучший уровень гигиены полости рта отмечается у пациентов с искривлением носовой перегородки и кистами верхнечелюстной пазухи, наихудший – у детей с гипертрофией глоточной миндалины; у остальных пациентов – гингивит среднетяжелой степени. В других исследованиях также обнаружена высокая корреляция развития кариеса у детей с гипертрофией аденоидов, а также развитие галилоза [26, 66].

По данным исследования Каськовой Л. Ф. (2017) кариозный процесс развивается более активно у пациентов с гипертрофией глоточной миндалины, так как у них снижается скорость слюноотделения и повышается вязкость слюны [26]. По данным другой работы автора Самохиной В.И. (2015) у детей с отягощенным ЛОР-анамнезом преобладают компенсированная и субкомпенсированная формы кариеса [43]. Было установлено, что у детей формируется состояние местной иммунной недостаточности, которое характеризуется снижением содержания в смешанной слюне секреторного IgA при изменении фагоцитарной активности IgG [1, 26, 47].

Так как патология ВДП в большинстве случаев влияет на формирование зубочелюстных нарушений, в особенности сужения челюстей и развития скученность зубов, то необходимо помнить о влиянии неправильного прикуса на терапевтическое состояние зубов и пародонта. Авторы многих исследований доказали наличие взаимосвязи между выраженностью аномалии положения зубов и частотой развития кариозного и воспалительного процессов. Среди пациентов с аномалиями положения зубов 51,2 % и 68,0% детей соответственно имели кариес и катаральный гингивит [2, 13, 43, 103, 129].

Таким образом, понимание влияния состояния верхних дыхательных путей и типа дыхания на зубочелюстно-лицевую систему, в частности развитие ортодонтической, терапевтической и пародонтологической патологии, играет важную роль в профилактике стоматологических заболеваний. Ввиду негативного влияния ротового дыхания на рост и формирование ЧЛО у детей проблема ранней и комплексной диагностики и планирования лечения данной категории пациентов сохраняет свою важность в настоящее время. Применение междисциплинарного подхода в данной ситуации способствует профилактики развития нарушений, ранней коррекции этиологических факторов и последствий ротового дыхания.

### **1.3. Постуральный статус и его взаимосвязь с типом дыхания**

По данным современных исследований нарушение носового дыхания вызывает изменение положения головы и шеи, а также осанки [75, 87, 108, 199]. Изменение паттерна дыхания оказывает значительное влияние на черепно-лицевые и постуральные характеристики [86,193]. Вопрос о влиянии окклюзии и морфологии верхних дыхательных путей на постану является широко обсуждаемым [167]. Интерес к этой проблеме возник, в том числе, у врачей-ортодонтов, которые проводят ортодонтическое лечение патологий, осложненных асимметрией тела и неправильной осанкой [168].

Проблемы взаимосвязи между типом дыхания, морфологией черепа и лица и положением головы и шеи начали изучать с 1970-80 гг. Первой работой о взаимосвязи дыхательных путей и положения головы, основанной на анализе боковых ТРГ, было исследование Hellsing E. (1989) [116]. Полученные результаты подтвердили, что величина шейного лордоза и наклона головы влияет на степень сужения верхних дыхательных путей

У пациентов с ротовым дыханием изменяется постану, при которой происходит наклон головы и шеи вперед. Такое положение принимается для облегчения поступления воздуха через рот [87, 194]. Ротовой тип дыхания,

вызывающий постуральную адаптацию структур области головы и шеи, может повлиять на соотношение челюстей и на формирование окклюзии [197, 199]. Для осуществления дыхания через рот при назальной обструкции пациент должен открывать рот и поддерживать дыхательные пути в открытом состоянии. Для этого необходимы три изменения позы: опускание нижней челюсти и языка, наклон головы вперед. Данные изменения могут повлиять на рост и развитие ЧЛЮ [18, 33, 206, 213]. Неправильное положение головы изменяет нагрузку в нескольких суставах краниовертебральной области, что приводит к нарушению нормального черепно-лицевого роста [90]. В случаях с увеличенными миндалинами поза с открытым ртом и опущенной нижней челюстью создает пространство для языка [106].

Результаты многих исследований доказывают, что размеры пространства дыхательных путей коррелируют с положением головы. Например, изменение кранио-цервикального угла на  $10^\circ$  приводит к изменению заднего пространства дыхательных путей на 4 мм [160, 192]. Пациенты с синдромом обструктивного апноэ сна (СОАС) имеют увеличенный кранио-цервикальный угол, в качестве физиологического компенсаторного механизма для поддержания проходимости ВДП, когда голова и зрительная ось сохраняют естественное положение [65, 188].

J. Li (2022) в своих исследованиях обнаружили корреляцию между положением головы и высотой дорсальной дуги атланта [140]. Значительно уменьшенная высота дорсальной дуги атланта также наблюдалась у детей с гипертрофией глоточной миндалины. Связь между обструкцией носоглотки и передним положением головы по результатам исследований может помочь объяснить это явление, поскольку дети с гипертрофией глоточной миндалины могут принимать такую позу [97, 138, 143].

R.M. Ricketts утверждал, что переднее положение головы представляет собой функциональный ответ и компенсационный механизм для облегчения ротового дыхания при заложенности носа [181]. Cerritelli, L. et al. (2022) изучали изменения положения головы у детей, дышащих ртом, после лечения быстрым небным расширителем [78]. Авторы сообщали, что лечение на аппарате способно

увеличивать пропускную способность носоглоточных путей и привести к изменениям краниоцервикальных углов, что согласуется с данными других исследований [210]. Согласно выводам, наличие ротового дыхания вызывает увеличение запрокидывания головы кзади (head elevation) и наклон головы кпереди (head extension). Это связано и с изменениями в шейном отделе позвоночника. Ротовое дыхание у детей во время роста изменяет естественное положение головы, морфологию черепа, а коррекция проблемы в раннем возрасте может способствовать нормализации черепно-лицевого роста.

Авторы других исследований оценили проходимость верхних дыхательных путей с помощью цефалометрических методов и установили связь между уменьшением носоглоточного пространства и увеличением краниоцервикального угла [77, 191]. Chung I.L. A. et al. (2014) заметили, что пациенты с назальной обструкцией имели более высокое положение подъязычной кости и запрокидывание головы [85]. Chambi–Rocha A. et al. (2018) и сделали вывод, что ротовое дыхание влияло на положения головы. У пациентов с ротовым дыханием голова сильнее отклонялась кзади, что в свою очередь приводило к смещению подъязычной кости и челюстей [79].

В исследовании Neiva P.D. et al. (2018) изучалось влияние аденотонзиллотомии на положение головы, шейного и грудного отделов позвоночника и лопаточного пояса у детей с ротовым дыханием [163]. Авторы обследовали 49 детей 6-8 лет с ротовым дыханием до и после операции. Результаты исследования подтвердили, что хирургическое вмешательство у детей с ротовым дыханием улучшает положение головы, уменьшает выпячивание плечевого пояса и верхнее и переднее положение лопаток в послеоперационном периоде. Авторы подтвердили гипотезу о важности операции для улучшения осанки у детей.

Novruzov Z.G. et al. (2018) изучали взаимосвязь между подъязычной костью и первым шейным позвонком у пациентов с ротовым дыханием по данным цефалометрии [166]. Результаты исследования показали, что те, кто страдает от ротового дыхания, имеют вытянутое положение головы, что увеличивает

расстояния между затылочной и спинной дугой первого шейного позвонка. В исследовании было показано, что при оценке структур верхних дыхательных путей следует учитывать постуральный эффект.

Таким образом, исследования показывают, что морфологические отклонения шейного отдела позвоночника связаны с черепно-лицевой морфологией, положением головы и шеи. По данным научной литературы существует взаимосвязь между размерами ВДП и положением головы и шеи, а также черепно-лицевыми параметрами. Понимание механизма влияния позуры на параметры ЧЛЮ имеет важное значение для планирования комплексной диагностики и планирования пациентов с морфологическими и функциональными нарушениями.

#### **1.4. Применение лучевых методов в диагностике состояния верхних дыхательных путей**

Вопросы диагностики и планирования лечения являются одними из важных в ортодонтической практике. Цефалометрия была и остается ключевым инструментом, помогающим в диагностике и планировании лечения ортодонтических пациентов [36, 83, 97, 108, 136].

Использование боковых цефалогрaмм в дифференциальной диагностике ЗЧА и планировании лечения стало общепринятым стандартом в ортодонтии с тех пор, как телерентгенограммы были впервые одновременно и независимо описаны в 1931 году Н. Hofrath и В.Н. Broadbent [73, 118]. В.Н. Broadbent использовал цефалометрию для оценки всего черепно-лицевого комплекса, зубочелюстных структур, патологий прикуса и их взаимосвязи друг с другом [73]. Преимущество использования цефалометрической рентгенографии в диагностике и планировании лечения заключается в более детальной и точной оценке сложных анатомических взаимосвязей и структуры внутри человеческого черепа [73, 118].

В 1948 году американский ортодонт W. Downs опубликовал статью о первом ортодонтическом анализе 2D-цефалометрической рентгенограммы, который был разработан для изучения характеристик скелета, зубов и их взаимосвязей друг с другом [93]. Он использовал франкфуртскую горизонталь в качестве опорной плоскости для своих измерений. Создание метода расчета цефалограмм стало прорывом в цефалометрии, поскольку стала очевидной клиническая ценность и польза цефалометрического анализа в диагностике и планировании лечения. В результате дальнейших инноваций в области рентгенологии методики цефалометрического анализа стали приобретать более важное значение. В настоящее время данные расчеты регулярно используются в стоматологической диагностике [95, 118, 215].

На сегодняшний день известно большое количество методик расчета и анализа телерентгенограмм в боковой и прямой проекции. Однако в каждом из них имеются свои акценты на определенные параметры. Мало авторов обращают внимание на состояние дыхательных путей.

Применение боковых телерентгенограмм в оценке состояния верхних дыхательных путей имеет особую клиническую значимость [132]. Ценность метода заключается в возможность диагностировать причины сужения ВДП одновременно с выявлением скелетной и дентальной патологией. Наряду с этим диагностика различных вариантов отклонений и патологии может изменить тактику врача. Поэтому согласно принципу индивидуального подхода в лечении тактика ведения пациента зависит многих факторов, например локализации и тяжести деформаций.

В клинической практике на сегодняшний день чаще применяется компьютерное программное обеспечение для анализа боковых цефалограмм, что в значительной степени упрощает проведение расчетов. Арсенал программных обеспечений и приложений пополняется и обновляется каждый год. Наиболее часто используемыми программами и приложениями для анализа боковых цефалограмм в России являются: MaveCloud, OnyxCeph, Dolphin Imaging, WebCeph. Во многих из них можно заменять стандартные параметры оценки ТРГ



на другие варианты. В отличие от КЛКТ, 2D-исследование сопровождается меньшей лучевой нагрузкой, что может быть более практичным для скрининга у педиатрических пациентов [64, 147].

По данным исследования Яременко А.И. (2016), при хронической дыхательной недостаточности у пациента идентификация и оценка возможных нарушений ВДП по данным боковой ТРГ является объективным методом контролирования изменений скелетных структур [53]. По мнению автора для контроля и оценки динамики изменений в ВДП можно использовать ТРГ. Однако по мнению Cohen P.R. et al. (1985) и Wang Z. et al. (2021) и двумерное исследование обструкции носоглотки предоставляет ограниченную информацию о трехмерных размерах дыхательных путей [86, 207]. С другой стороны, есть исследования, которые подтверждают высокую корреляцию данных цефалометрических измерений по ТРГ и КЛКТ [12, 56, 64, 128, 178]. Aboudara C. et al. (2009) показали, что существует значительная положительная связь между размером дыхательных путей носоглотки на цефалометрических пленках и его истинным объемным размером при сканировании с помощью КЛКТ у подростков [57]. Choudhari S.M., et al. (2022) обнаружили, что цефалограммы являются надежными и достоверно воспроизводимыми исследованиями для определения и оценки размеров ВДП [84]. Реконструированные боковые ТРГ из КЛКТ позволяют оценить линейные и угловые измерения, которые существенно не отличаются от измерений, полученных с помощью обычных ТРГ [73, 136, 178].

Результаты исследования Pirilä-Parkkinen K. et al. (2011), проведенного на детях с ночным апноэ в возрасте 4-10 лет, показали значительную корреляцию цефалометрических измерений носоглотки с измерениями МРТ [171]. Результаты этого исследования показывают, что боковая рентгенограмма является полезным инструментом для оценки размера носоглоточных или ретропалатильных пространств дыхательных путей.

На качество показателей при оценке ТРГ также влияет точность определения топографо-анатомических ориентиров и построенных дополнительных точек. Из-за сложной морфологии и скрытого расположения

структур прямая визуализация с использованием обычной цефалограммы невозможна, и точная оценка затруднена [59, 74, 134]. Двумерные изображения не обеспечивают соответствующей детализации для анализа сложных 3D-параметров ВДП [99, 138, 190]. Одним из значимых недостатков 2D-диагностики является невозможность оценить мягкие ткани [171].

На данный момент активно развиваются направления, связанные с КЛКТ-диагностикой. КЛКТ обеспечивает более низкую дозу и более дешевую альтернативу обычной КТ, которая обещает революционизировать медицинскую практику в области радиологии полости рта и челюстно-лицевой области [96, 179]. КЛКТ позволяет визуализировать, в том числе высоту, глубину и ширину ВДП. Попытки повысить эффективность рентгеноцефалометрической диагностики развиваются в направлении увеличения параметров, которые необходимо учитывать при составлении плана лечения. Несмотря на это, большинство авторов практически не учитывают особенности морфологии дыхательных путей, поструральные характеристики.

Авторы многих исследований подтверждают положительную корреляцию между линейными измерениями ВДП с использованием КЛКТ и боковой ТРГ [7, 55, 73, 91, 154, 182, 203]. Dakhno L. et al. (2022), оценивая надежность КТ и боковых телерентгенограмм для определения максимального сагиттального сужения ротоглотки, заключили, что данные обоих методов рентгенологического исследования были сопоставимыми и обладали высокой надежностью воспроизведения другими клиницистами [89]. Echevarría-Sánchez G. et al. (200) обнаружили, что большинство обычно используемых ориентиров для структур дыхательных путей могут быть надежно идентифицированы на рентгенограммах, независимо от способа получения изображения [95].

Abramson Z.R. et al. (2011) сопоставили результаты трехмерных КТ размеров и формы дыхательных путей с цефалометрическими измерениями на ТРГ [58]. Их результаты показали, что данные трехмерной КТ и боковой ТРГ были надежными и воспроизводимыми. Ramis-Alario, A. et al. (2021) оценили точность линейных измерений ВДП в сагиттальной плоскости по боковым ТРГ,

боковым реконструкциям из КЛКТ и аксиальным срезам КЛКТ. Результаты показали, что линейные значения для носоглотки по реконструктивным и стандартным ТРГ в аксиальной плоскости были статистически сходными и надежными. Авторы доказали, что увеличение или уменьшение линейных измерений влияет на изменение объёма соответствующей области [178].

Kalaskar R. et al. (2021) и Emsaeili F. et al. (2022) в своих работах измерили параметры носоглотки, ротоглотки и гортаноглотки, используя как двумерные цефалограммы, так и КЛКТ. Авторы обнаружили слабую корреляцию между линейными и объёмными измерениями [96, 127]. В других исследованиях была обнаружена умеренно высокая корреляция между площадью носоглотки на боковых цефалограммах и объемом носоглотки на КЛКТ [54, 127, 151]. Таким образом, до сих пор нет единого мнения относительно того, можно ли достоверно оценить объем дыхательных путей на стандартных боковых ТРГ и реконструкциях их КЛКТ.

Стоит отметить, что не существует единой методики оценивания верхних дыхательных путей по ТРГ, чаще всего для расчётов используется комбинации методов измерения параметров ВДП различных авторов. Наиболее простым и распространенным является анализ J.A. McNamara (1984), в котором оценивают ширину носоглотки в верхнем и нижнем отделах [151].

Стоит заметить, что исследования дыхательных путей по ТРГ и КЛКТ наиболее распространены у взрослых пациентов, и весьма ограничены исследования этой проблемы среди детей [160, 183]. По данным исследования Savoldi F. et al. (2020), проведенного на детях, было доказано, что ТРГ в боковой проекции является надежным методом для измерения морфологии ВДП и подъязычной кости. Но существует и ограниченное диагностическое применение и надежность в оценке параметров языка и мягкого неба по ТРГ [183].

Несмотря на многие ограничения, боковые ТРГ служат рентгенографическими стандартами для оценки структур дыхательных путей. Впервые тень аденоидной ткани наблюдал Mignon в 1898 году. Позже было подтверждено, что эта ткань сужает просвет носоглотки. Далее многие авторы

исследовали различные аспекты рентгенографии аденоидов и носоглотки в попытке свести к минимуму вероятность неправильной интерпретации [123]. Существует несколько различных методов оценки носоглотки, в то время как нет единой интерпретация гипертрофии глоточной миндалины [208].

Используя ТРГ, можно диагностировать гипертрофию глоточной миндалины с использованием аденоидо-назофарингеального индекса (A/N ratio). В 1979 году впервые Fujioka M. et al. разработали и применили индекс A/N на боковых ТРГ у 1398 детей в возрасте от 1 месяца до 16 лет. Авторы пришли к выводу, что индекс A/N отражает размер аденоидов и проходимость носоглотки/верхних дыхательных путей [94, 102]. Согласно M. Fujioka значение A/N менее 0,8 является нормой, по Elwany S. это значение 0,7 [102]. Исследования подтвердили положительную корреляцию между индексом A/N и размерами аденоидов после удаления, при эндоскопических исследованиях и при оценке клинической картины [78, 87].

Pisutsiri N. et al. (2021) в своей работе обнаружили среднюю корреляцию между размерами аденоидов по ТРГ и по данным эндоскопии. Авторы акцентировали внимание на то, что метод ТРГ является неинвазивной и менее травматичной процедурой для обследования детей [172]. Исследование Talebian S. et al. (2018) показало, что соотношение A/N имело значительную корреляцию с реальным размером аденоидов после их хирургического удаления и патологического анализа [195]. Стоит отметить, что существовали и другие анализы для оценки степени гипертрофии глоточной миндалины. Однако ни один из них не получил широкого признания или применения, поскольку измерения не показали максимальной толщины мягких тканей носоглотки [113, 124, 189].

Таким образом, боковая ТРГ остается ценным инструментом для скринингового исследования верхних дыхательных путей. Кроме того, простые, точные и объективные измерения для рентгенологической оценки размера глоточной миндалины у детей могут иметь важное клиническое применение. Цефалометрия также обладает значительными преимуществами по сравнению с другими методами, включая низкую стоимость, удобство и минимальное

воздействие радиации, а также возможность одновременного анализа положения головы, подъязычной кости и морфологии черепа.

Хотя назоэндоскопия в настоящее время является золотым стандартом диагностики обструкции ВДП, ожидается, что 3D-визуализация станет золотым стандартом в стоматологии, в том числе ортодонтии [176, 198]. Определение цефалометрических ориентиров в трех плоскостях пространства также является современным и точным методом. Тем не менее в настоящее время отсутствует база данных по 3D-цефалометрии с популяционными нормами для клинического использования. Существует необходимость в разработке и тестировании новых 3D-цефалометрических анализов, главным образом потому что появились новые 3D-ориентиры.

### **1.5. Использование компьютерных технологий и искусственного интеллекта в стоматологии**

В последнее время в стоматологии, в том числе ортодонтии, происходят глобальные изменения, связанные с активной компьютеризацией и развитием цифровых технологий. Появление новых и более эстетичных вариантов ортодонтического лечения, переход к цифровому рабочему процессу, появление различных аппаратов и новых методов визуализации — все это способствует тому, что как врачи, так и пациенты стали по-другому относиться к диагностике и ортодонтическому лечению [63, 110, 71, 173]. Технологические инновации в ортодонтии, включая КЛКТ и 3D-визуализацию, внутриротовые сканеры, программное обеспечение для моделирования зубов и новые разработки в области стоматологического оборудования с использованием робототехники и 3D-печати меняют облик медицинской помощи и активно внедряются в область стоматологии [56, 118, 157, 164].

За последние два десятилетия сфера применения искусственного интеллекта пережила впечатляющее развитие и рост. Применение ИИ в медицине и стоматологии обладает огромным потенциалом для улучшения оказания медицинской помощи пациентам [109, 169]. Термин "искусственный интеллект" ввел математик J. McCarthy в 1955 году [65]. В 1956 году McCarthy организовал знаменитую Дартмутскую конференцию, которая формально была посвящена исследовательскому проекту "Искусственный интеллект". Именно данную технологию стали рассматривать как новую дисциплину. Конференция положила начало критическому периоду развития, с 1950-х по 1970-е годы, когда были проведены обширные исследования в области ИИ [65, 70, 72, 184].

На сегодняшний день в медицине чаще всего используется ветвь ИИ, называемая машинным обучением, в последнее время активно развивается и глубокое обучение ИИ [103, 121, 139]. Наиболее известным и часто применимым классом алгоритмов глубокого обучения (deep learning) является искусственная нейронная сеть (artificial neural network - ANN). Это структура, состоящая из множества небольших взаимодействующих единиц, называемых нейронами, организованными слоями [169, 187]. В стоматологии одним из наиболее часто используемых подклассов ANN является сверточная нейронная сеть (convolutional neural network - CNN). CNN использует специальную архитектуру соединения нейронов и математическую операцию свертки для обработки цифровых сигналов, таких как звук, изображение и видео. Данные нейронные сети являются наиболее часто используемым алгоритмом распознавания изображений [165, 200].

Искусственный интеллект модернизирует традиционные аспекты стоматологии. Системы на основе ИИ часто используются для разработки автоматизированных программ, которые упрощают диагностику и управление данными в стоматологии [135, 185]. В основном это системы поддержки принятия клинических решений (СППКР), которые помогают и направляют экспертов для принятия более эффективных клинических решений, они также используются для улучшения диагностики, планирования и прогнозирования результата [153]. В клиниках радиологической диагностики использование ИИ привело к появлению

систем автоматизированной диагностики (САД). Развитие этой системы набрало обороты во многих областях медицины, и в последние годы ее использование также получило широкое распространение в таких секторах здравоохранения, как стоматология [191].

Искусственный интеллект используется в основном в стоматологии, чтобы сделать процесс диагностики более точным и эффективным, что имеет первостепенное значение для достижения наилучших результатов наряду с высококачественным лечением. Стоматологи должны использовать все приобретенные знания для постановки диагноза и выбора наилучшего варианта лечения. Однако в некоторых случаях врачи могут не обладать достаточными знаниями и клиническим опытом, чтобы принять правильное решение за ограниченный период времени.

В недавнем систематическом обзоре Khanagar S.V. et al. (2021) была проведена оценка данных из 43 исследований по применению ИИ в стоматологии [130]. Авторы пришли к выводу, что с помощью ИИ можно с точностью диагностировать проксимальный кариес, кариес корня, апикальные поражения, синдром Шегрена, верхнечелюстной синусит, оценить нуждаемость в ортодонтическом лечении и необходимость экстракции зубов. Также с использованием ИИ можно автоматически идентифицировать цефалометрические ориентиры, ставить диагноз в ортогнатической хирургии, определять стадию созревания скелета, успешность эндодонтического лечения, переломы корня, проводить скрининг патологий пародонта и плоскоклеточного рака полости рта. Исследователи демонстрируют явное преимущество и надежность использования автоматизированных систем ИИ в различных клинических ситуациях [130].

Авторы другого систематического обзора провели анализ 32 статей для изучения качества и результатов исследований в области методики ИИ и анализа его применения в стоматологии [60]. Результаты показали, что применение ИИ на практике значительно облегчает работу стоматологов, позволяя проводить скрининг рака полости рта и предраковых состояний, диагностику остеонекроза. Уникальным способом оценки с использованием ИИ было определение

метастазирования карциномы в шейные лимфатические узлы и диагностика раковых поражений головы и шеи на рентгенограммах [107, 108, 174, 177].

В систематическом обзоре Chen Y.W. et al. (2020) утверждают, что компьютерная нейронная сеть играет важную вспомогательную роль для практикующих стоматологов в принятии решений и минимизации ошибок при планировании стоматологического лечения [80]. Papantonopoulos G. et al. (2014) сделали вывод о том, что CNSs можно использовать для точной диагностики (90-98%) хронического и агрессивного пародонтита [170]. Lee J.H. et al. (2018) оценили потенциальную эффективность и точность глубоких алгоритмов CNN для диагностики и прогнозирования выживаемости зубов с периодонтитом у пациентов. Точность диагностики хронического периодонтита составила 76,7–81,0%, точность необходимости экстракции составила 73,4–82,8% [138].

Согласно литературным данным, КЛКТ, как современный рентгенологический инструмент, значительно повышает выявляемость периапикальной патологии по сравнению с обычной периапикальной и панорамной рентгенограммой при использовании методики ИИ [91, 136, 171].

Методика ИИ имеет огромный потенциал для использования в ортодонтии [196]. Искусственная нейронная сеть используется для определения необходимости удаления зуба перед ортодонтическим лечением у пациентов с неправильным прикусом. Четыре сконструированных ANN, учитывающих несколько клинических показателей, показали точность 80-93% при определении необходимости удаления зубов для лечения неправильного прикуса [129, 211].

В систематическом обзоре Khanagar S.B. et al. (2021) изучали применение ИИ в области ортодонтии. По результатам исследования точность воспроизведения цефалометрических ориентиров на боковых ТРГ с помощью ИИ составила 76%. Модель на основе нейронных сетей продемонстрировала положительные результаты с точностью 80% и оказалась эффективным инструментом для принятия решений при определении тактики лечения с удалением и без удаления зубов, и для определения стадий роста и развития шейных позвонков с точностью 77,02%. Для прогнозирования результатов после



ортогнатической операции, модель на основе ANN продемонстрировала результаты с точностью прогнозирования более 80% [131].

В другом обзорном исследовании авторы заключили, что экспертная система искусственного интеллекта может быть использована для автоматической идентификации цефалометрических ориентиров с точностью от 88% до 92% [161]. Результаты приведенных исследований показывают, что автоматизированные системы на основе ИИ могут быть очень полезны для принятия клинических решений и могут использоваться в качестве вспомогательной поддержки, особенно для стоматологов с небольшим клиническим опытом.

Наиболее современным исследованием в ортодонтии является работа Zhao T. et al. (2021) [212]. Авторами была проведена оценка размера аденоидных вегетаций у детей 6 -12 лет на боковых цефалограммах. Модель ИИ была обучена на боковых цефалограммах педиатрических пациентов, и показала способность определять ключевые точки для оценки глоточной миндалины. Таким образом, данный автоматизированный инструмент оценки может быть использован для соответствующих клинических и эпидемиологических исследований, а также медицинских осмотров на уровне отдельных групп населения. Авторы пришли к выводу, что ИИ может быть использован при скрининге гипертрофии глоточной миндалины у детей [212].

Ортодонтия — это специальность, в которой врач полагается в основном на диагностические инструменты для принятия клинических решений. Применение ИИ неоднократно доказывает свою эффективность и помогает стоматологу быть более точным в диагностике и принятии клинических решений. Результаты различных исследований, представленных в этой главе, свидетельствуют о том, что точность систем, основанных на ИИ, является весьма многообещающей и надежной. Эти системы могут упростить задачи и обеспечить быстрые результаты, что уменьшает временные затраты стоматолога.

Далеко не все врачи проходят профессиональную подготовку в области рентгенологии. Поэтому специалисты могут не иметь профессиональных

компетенций для интерпретации рентгенологических данных. В стоматологической практике это является проблемой, которая все еще не решена. Применение технологии ИИ в расшифровке данных рентгенограмм дает врачу много преимуществ и может способствовать решению этой проблемы. При исключении человеческого фактора удается снизить риск постановки неправильного диагноза и выбора некорректного плана лечения [211]. Одной из систем на основе ИИ, разработанной с использованием CNN, является Diagnocat (ООО "Диагнокат", Москва, Россия). Это онлайн-платформа, где различные рентгеновские изображения могут быть загружены и проанализированы с помощью алгоритма [68, 69].

Несмотря на ряд положительных отзывов о применении ИИ в медицине существуют ограничения в использовании данной технологии. На данный момент не все особенности работы ИИ достаточно изучены [59, 63]. К отрицательным сторонам использования ИИ можно отнести наличие погрешностей при проведении измерений, при этом количество ошибок будет больше, если обучение, разработку и внедрение алгоритмов проводили недостаточно квалифицированные специалисты [205]. Технология ИИ требует систематической проверки и постоянного контроля со стороны человека во избежание получения отрицательных результатов [191, 200]. Говоря о медицине, необходимо понимать, что ИИ не позволяет поставить точный диагноз. Все данные, полученные современными диагностическими методами, должны быть соотнесены врачом определенной специальности с конкретной клинической картиной. Об этом стоит помнить молодым докторам, имеющим недостаточный клинический опыт, которые в диагностике и планировании лечения полагаются на данные, предоставленные искусственным интеллектом.

Согласно систематическому обзору авторов Cho, H.N. et al. (2022), существующая литература действительно ограничена в отношении исследований, в которых рассматривалась точность использования искусственного интеллекта для анализа верхних дыхательных путей КЛКТ [82]. Для того чтобы иметь убедительные доказательства того, насколько точным является анализ

дыхательных путей по КЛКТ, проводимый с использованием искусственного интеллекта, следует проводить больше рандомизированных проспективных исследований. Эти исследования должны ограничить все виды предвзятости, чтобы обеспечить высокий уровень доказательности. Также по данным исследования авторов Koul A. et al. (2023) алгоритм глубокого обучения ИИ не является полностью точным в обнаружении обструкции верхних дыхательных путей. Чтобы избежать ложноотрицательного диагноза, требуются регулярные наблюдения и повторные оценки работы ИИ [135].

Резюмируя проанализированные литературные данные по использованию искусственного интеллекта, можно сделать вывод, что данная технология активно применяется в стоматологической области и имеет большие перспективы для дальнейшего внедрения в сфере здравоохранения. Однако, в литературе встречается мало исследований, в которых системы искусственного интеллекта использовались бы при анализе морфологии верхних дыхательных путей. Следовательно, необходимо заниматься изучением и разработкой внедрения ИИ в будущие области применения в стоматологии. Искусственный интеллект расширяет возможности методов диагностики и планирования лечения в стоматологии [45, 209]. Однако данная технология все еще находится в стадии разработки. Поэтому так необходимы дальнейшие исследования для оценки клинической эффективности применения ИИ в стоматологии [121, 130, 159, 200].

## ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

### 2.1. Общая характеристика и материал исследования

Диссертационная работа является нерандомизированным, прямым, открытым, контролируемым исследованием. Научно-клиническая работа проводилась в несколько этапов в соответствии с дизайном исследования, который представлен ниже (рисунок 1).



Рисунок 1 –Схема дизайна исследования

Для проведения исследования и решения поставленных задач за период 2021-2023 гг. на базе сети стоматологий «Юнидент» ООО «Стоматология на Планерной» (г. Москва) было обследовано 80 детей в возрасте 7-12 лет с различными аномалиями зубочелюстной системы, родители которых впервые обратились за консультацией к врачу-ортодонт. Рентгенологические методы

исследования проведены на базе ООО «Стоматология на Планерной» (г. Москва) и в сети независимых центров рентгенодиагностики «Пикассо» (г. Москва). Исследование было одобрено локальным этическим комитетом РУДН. У всех пациентов было получено информированное согласие на проведение осмотра, рентгенологического исследования и лечения.

Возрастные ограничения были обусловлены несколькими факторами:

- данный возраст наиболее частый для обращений к ортодонту;
- чаще всего в данном возрастном периоде привычное ротовое дыхание связано с наличием гипертрофии глоточной миндалины;
- возможность проводить рентгенологическое обследование с точки зрения радиационной безопасности и принципа ALARA;
- период сменного прикуса является наиболее благоприятным для устранения ЗЧА у детей.

Для проведения исследования были обследованы 80 детей в возрасте от 7 до 12 лет. При первичном обращении пациентов в клинику их родители подписывали добровольное информированное согласие на осмотр. После подписания добровольного информированного согласия на лечение у 50 пациентов было начато ортодонтическое лечение. Продолжительность наблюдения за пациентами составила от 1 года до 2,5 лет.

Полученные данные основных и дополнительных методов исследования вносили в медицинскую карту стоматологического больного (форма № 043/у) и медицинскую карту ортодонтического пациента (форма N 043-1/у), где фиксировали следующую информацию: дата первичного обращения; личные данные (Ф.И.О., пол, возраст); данные анамнеза жизни и развития заболевания (ЛОР-анамнез и зубочелюстные патологии); вид прикуса; биометрический анализ гипсовых контрольно-диагностических моделей зубных рядов; данные рентгенологических исследований (ТРГ в боковой проекции и КЛКТ).

Критерии включения пациентов в исследование составили:

- возраст 7–12 лет;
- пациенты со сменным прикусом и постоянным прикусом;

– пациенты с различными аномалиями окклюзии и типами дыхания, с и без гипертрофии глоточной миндалины.

Критерии исключения пациентов из исследования составили:

- пациенты с временным прикусом;
- наличие врожденных пороков развития ЧЛЮ;
- наследственные синдромы;
- ранее проведенное ортодонтическое лечение;
- тяжелая соматическая патология;
- эмоциональных или поведенческие нарушения (неконтактный ребенок);
- отказ от участия в исследовании и проведения лечения.

Общее количество пациентов (80 детей) было распределено по данным оториноларингологического анамнеза (ЛОР-анамнеза), выясненного в процессе анкетирования законных представителей, на 2 основные группы: исследуемая или сравнительная группа - дети с гипертрофией глоточной миндалины (ГГМ) 1 и 2 степени (29 девочек и 11 мальчиков), контрольная группа – без гипертрофии глоточной миндалины (18 девочек и 22 мальчика). На момент проведения исследования ЛОР-статус пациентов был актуален и подтвержден осмотром оториноларинголога в течение года.

Также для исследования влияния гипертрофии глоточной миндалины и типа дыхания было произведено разделение пациентов на следующие дополнительные группы (рисунок 2):

1. по типу дыхания: носовой (45) и ротовой (35);
2. по возрасту: период раннего сменного прикуса 7-9 лет (40 детей) и позднего сменного прикуса или постоянного 10-12 лет (40 детей).

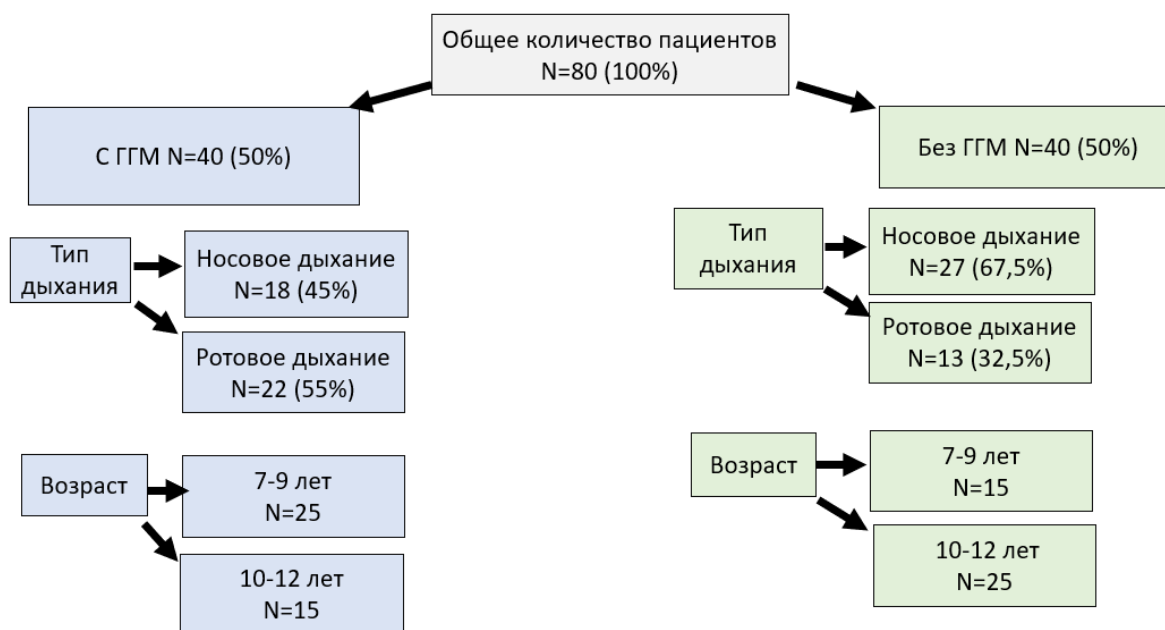


Рисунок 2 – Схема распределения пациентов по данным ЛОР-анамнеза, возрасту и типу дыхания

Был проведен анализ историй болезни 80 пациентов, на основании которого были выделены различные патологии прикуса. ЗЧА сочетались с наличием привычного ротового дыхания. Также были определены факторы, которые могли оказать влияние на формирование аномалий прикуса и назальной обструкции.

Для исследования информированности законных представителей по вопросам нарушения носового дыхания был проведен опрос 80 родителей пациентов с помощью специально разработанных анкет (Приложение 3). Отдельным этапом помимо анкетирования родителей, для исследования уровня взаимодействия между стоматологами-ортодонтами со стажем более и менее 3 лет и оториноларингологами было проведено анкетирование с использованием разработанных анкет в GOOGLE-форме отдельно для каждой группы специалистов. Также для исследования информированности по вопросам нарушения носового дыхания и определения уровня осведомленности о влиянии гипертрофии глоточной миндалины было проведено анкетирование врачей-стоматологов со специализацией «Ортодонтия».

Методы исследования включали в себя: клинический (опрос, осмотр, фотопротокол), морфометрический (измерение контрольно-диагностических

моделей челюстей, анализ фотографий), рентгенологический (ОПТГ, ТРГ в боковой проекции, КЛКТ), компьютерный (использование компьютерных программ, технологии искусственного интеллекта).

## **2.2. Клиническое обследование пациентов**

Стоматологическое обследование пациентов, нуждающихся в ортодонтической коррекции аномалий зубочелюстной системы, выполнялось по стандартизированной схеме в соответствии с формализованной историей болезни ортодонтического пациента и включало в себя опрос и осмотр.

В процессе опроса был проведен сбор жалоб, записанных со слов пациента и его родителей, анамнез жизни, анамнез настоящего заболевания, а также наличие вредных привычек и сопутствующих заболеваний. Особое внимание уделялось вопросам наличия ротового дыхания у детей, его длительности, состоянию ЛОР-анамнеза и ранее посещение оториноларинголога. Как было описано выше, помимо стандартной анкеты здоровья законные представители пациентов заполняли специальную разработанную анкету информированности населения по вопросам нарушения носового дыхания.

При проведении внешнего осмотра оценивали тип профиля, тип дыхания (носовое, ротовое), симметричность и конфигурацию лица, высоту третей лица, выраженность подбородочной и носогубных складок, оценивался тонус круговой мышцы рта.

При проведении осмотра полости рта оценивали состояние слизистой оболочки, выраженность и место прикрепления уздечек губы языка, записывали зубную формулу и определяли тип окклюзии. Состояние гигиены полости рта пациентов оценивалось визуально.

Данные опроса и осмотра позволили выделить основные этиологические факторы и оценить степень их влияния на формирование аномалий прикуса и



назальной обструкции. Регистрацию ЗЧА проводили в соответствии с классификацией МГМСУ (1990) и Международной классификацией стоматологических болезней - 10 (МКБ-10).

### **2.3. Фотометрический анализ лица и окклюзии**

Фотографирование пациентов проводилось с использованием цифрового однообъективного зеркального фотоаппарата Nikon D3100, объектива с 3-кратным увеличением AF-S DX NIKKOR 18–55 мм (Nikon, Япония) и стоматологических зеркала многоразового использования (Röder Dentalinstrumente GmbH & Co. KG, Германия). Фотографирование лица проводилось при естественном положении головы в фас и профиль, с улыбкой и без улыбки. По фотографиям в фас без улыбки оценивались симметрия лица, смещение средней линии подбородка, высота третей лица и их пропорциональность. По фотографиям в фас с улыбкой оценивалось наличие сужения верхней челюсти («щёчные коридоры»), положение резцов, степень экспозиции десны и зубов при улыбке.

При оценке фотографий лица пациентов особое внимание уделялось определению типичных внешних признаков аденоидного типа лица фас и профиль. К таким признакам для анализа в фас относятся: отсутствие смыкания губ в покое, сухость красной каймы губ, тип строения лицевого скелета, приподнятые ноздри, гиперпигментация периорбитальной области, уплощение и сужение переносицы, сглаженной носогубной складки. При анализе профиля определяется скошенный подбородок, протрузия резцов верхней челюсти, нарушение смыкания губ. По фотографиям в профиль была проведена визуальная оценка положения головы и шейного отдела позвоночного столба.

## 2.4. Биометрическое исследование гипсовых моделей зубных рядов

Для определения топографии и выраженности морфологических нарушений, подтверждения предварительного диагноза и составления плана лечения использовались дополнительные методы диагностики: снятие слепков и получение оттисков обеих челюстей и измерение параметров контрольно-диагностических моделей. Всем пациентам, обратившимся за консультацией и согласившимся на проведение диагностического этапа получали оттиски зубных рядов альгинатным слепочным материалом Zhermack Hydrogum (Zhermack, Италия), далее отливали контрольно-диагностические модели из супергипса-Ц  $\alpha$ -rock III класса Elite Ortho (Zhermack, Италия), проводили измерения ортодонтическим штангенциркулем (нержавеющая сталь марки AISI 304, Ul Amin, Пакистан).

Определение параметров зубных рядов проводилось в двух плоскостях: сагиттальной и трансверзальной. Измерение ширины зубных рядов в постоянном прикусе проводили по методике Pont (1907) в точках, определенных S. Friel. Результаты сравнивались с данными табличных значений. В период сменного прикуса ширину зубных рядов оценивали с помощью метода Долгополовой: для верхнего зубного ряда измеряли ширину между дистальными ямочками первых временных моляров, а ширину нижнего - между заднещечными буграми первых временных моляров. В период сменного прикуса и отсутствия премоляров измерения проводили по дистальным ямочкам первых молочных моляров на верхней челюсти или задним щечным буграм на нижней челюсти по Korkhaus. Полученные данные сравнивались с антропометрическими табличными нормативами по H. Linder и G. Harth.

Длина переднего отрезка зубных рядов верхней и нижней челюсти измерялась по методу G. Korkhaus (1939). Измерения проводились от межрезцовой точки на вестибулярной поверхности центральных резцов до линии, которая соединяет точки Pont на премолярах. Для получения нормальных значений от полученной длины на верхней челюсти вычитали 2 мм. По таблице

значений Korkhaus при различных суммах ширины 4-х верхних резцов проводилась оценка длины переднего отрезка зубных рядов.

Ширина зубных рядов в области временных клыков на верхней и нижней челюсти измерялась по методу А.Б. Слабковской (1993), когда проводилась оценка мезиодистальных размеров 4-х нижних резцов. Измерительные точки и отрезки на диагностических моделях отображены графически (рисунок 3)

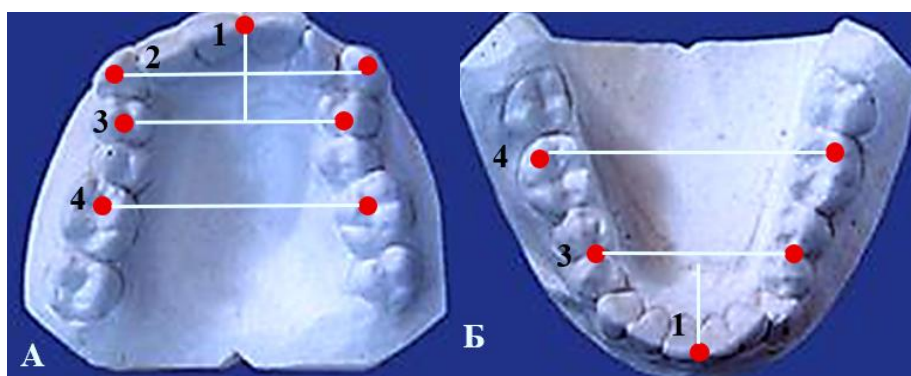


Рисунок 3 – Биометрическое исследование гипсовых моделей челюстей  
А – измерения на верхнем зубном ряду, Б – измерения на нижнем зубном ряду

- 1 – измерение по методу Korkhaus
- 2 – измерение по методу Слабковской
- 3 – измерение в области премоляров по методу Pont
- 4 – измерение в области моляров по методу Pont

## 2.5. Рентгенологическое исследование

В качестве дополнительных методов диагностики проводились: ОПТГ, ТРГ в боковой проекции, КЛКТ. Вид рентгенологического вмешательства определялся индивидуальными показаниями (возраст, анамнез, тип ЗЧА).

Ортопантограммы выполнялись на рентгеновском цифровом томографическом стоматологическом аппарате CS 9000 3D (Carestream Dental, США). Показания к проведению рентгенологического исследования зависели от возраста, типа и степени выраженности аномалии окклюзии. После подписания родителями добровольного информированного согласия на проведение

рентгенологического исследования всем пациентам была проведена ортопантомография. Проводилась оценка состояния челюстей, зубных рядов, межзубных соотношений, симметрии смыкания зубных рядов, определение количества зубов, первичной адентии и положения зачатков в костной ткани. Оценивали особенности и аномалии строения зубов, их положение и тенденцию прорезывания, изменения в периодонте, наличие кариозных дефектов, состояние верхнечелюстных пазух и перегородки носа.

Нами было проанализировано 58 стандартных ОПТГ, полученных у 80 детей. Так как в настоящее время ОПТГ входит в стандарт рентгенологической диагностики у детей при первичном комплексном обследовании, КЛКТ проводили в сложных клинических ситуациях. Из КЛКТ данных были получены и проанализированы 22 реформата ОПТГ.

ТРГ в боковой проекции получали до (50 пациентов) и после ортодонтического лечения (12 пациентов) на рентгеновском цифровом томографическом стоматологическом аппарате CS 9000 3D (Carestream Dental, США) при естественном положении головы в цефалостате, лучевая нагрузка составила 20 мкЗв. Всего было оценено 50 стандартных боковых ТРГ у детей, 30 ТРГ были выделены из КЛКТ. Для оценки положения зубов и челюстей, типа скелетного класса и роста по данным ТРГ были оценены следующие параметры, отраженные в таблице 1.

Таблица 1 – Нормы и значения цефалометрических параметров

Параметр	Характеристика	Норма в градусах ± SD
∠SNA	положение верхней челюсти в сагиттальной плоскости относительно основания черепа	82±2
∠SNB	положение нижней челюсти в сагиттальной плоскости относительно основания черепа	80±2
<ANB	соотношение базисов верхней и нижней челюсти в сагиттальной плоскости	2±2
∠SN-MP	наклон нижней челюсти к основанию черепа	32±2
∠SN-NL	наклон верхней челюсти к основанию черепа	7±2
∠Go	гониальный угол	130±5

Продолжение таблицы 1

$\angle I-SN$	наклон верхних резцов к основанию черепа	104±5
$\angle i-MP$	наклон нижних резцов к плоскости нижней челюсти	95±5
$\angle Ii$	межрезцовый угол	130±5

Помимо определения основных цефалометрических показателей зубов и челюстей до и у некоторых пациентов после ортодонтического лечения, были измерены сагиттальные рентгенологические размеры верхних дыхательных путей и глоточной миндалины. Этот анализ был специально разработан для экспресс-диагностики состояния ВДП с помощью 2D рентгенологического исследования. Для применения индивидуального цефалометрического анализа была использована программа WebCeph (Корея), которая позволяла добавлять необходимые точки для проведения измерений.

Для комплексной оценки состояния ВДП по ТРГ был оптимизирован цефалометрический анализ, который включает измерение следующих параметров: UPW (сагиттальный размер носоглотки), MPW (сагиттальный размер ротоглотки на уровне язычка мягкого неба), LPW (сагиттальный размер ротоглотки на уровне корня языка и угла нижней челюсти), PASmin (минимальное переднезаднее расстояние верхних дыхательных путей), A/N ratio (аденоидный индекс). Для определения сагиттального размера верхних дыхательных путей были измерены сагиттальный параметр верхнего (UPW), среднего (MPW) и нижнего (LPW) фарингеального пространства по методу McNamara (1983) и Shen (1994) [151]. Для оценки размера глоточной миндалины (A/N ratio) был использован метод Fujioka (1979) [102]. Изначально цефалометрические точки расставлялись вручную врачом-ортодонтом для создания анализа ВДП и обучения искусственного интеллекта программы Webceph. Поскольку в программе WebCeph отсутствуют цефалометрические ориентиры для оценки ВДП, было проведено создание цефалометрического анализа «Airway» с использованием 10 дополнительных точек. Далее программа автоматически расставляла точки и высчитывала значение измерений (рисунок 4).

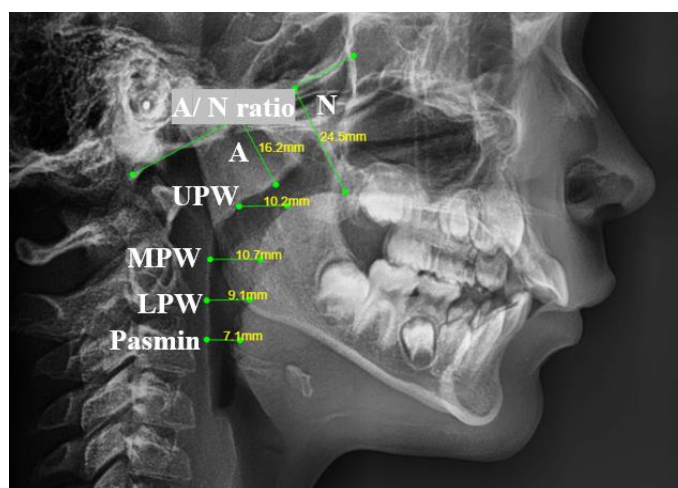


Рисунок 4 – Оценка размеров ВДП и глоточной миндалины в программе WebCeph. Зеленым цветом обозначены линии измерений: UPW (сагиттальный размер носоглотки), MPW (сагиттальный размер ротоглотки на уровне язычка мягкого неба), LPW (сагиттальный размер ротоглотки на уровне корня языка и угла нижней челюсти), PASmin (минимальное переднезаднее расстояние верхних дыхательных путей), A/N ratio (аденоидный индекс-соотношение расстояния А к расстоянию N). Желтым цветом обозначены значения измерений

Для оценки пострурального статуса (положения головы и шейного отдела позвоночного столба) измерялись углы цервикальной, краниоцервикальной и краниофациальную инклинации, угол шейного лордоза на ТРГ. Характеристика показателей описана в таблице 2. Цефалометрические и краниоцервикальные точки, плоскости и углы представлены графических на рисунке (рисунок 5).

Таблица 2 – Цефалометрические параметры для оценки ВДП и пострурального статуса

Параметр	Описание
UPW	ширина верхнего фарингеального пространства от точки на заднем контуре мягкого неба до ближайшей точки на задней стенке глотки (upper airway width)
LPW	ширина нижнего фарингеального пространства от точки пересечения задней границы языка и нижней границы нижней челюсти до ближайшей точки на задней стенке глотки (lower airway width)
MPW	расстояние от язычка мягкого неба до задней стенки глотки (medium airway width)
PASmin	наиболее суженное переднезаднее расстояние, представленное перпендикуляром к задней стенке глотки (minimum of pharyngeal airway space)
A	точка максимальной выпуклости вдоль передненижнего края тени аденоидов
Расстояние А	перпендикуляр от точки А до точки пересечения с линией В вдоль прямой части нижнего края основания затылка
N	точка задневерхнего края твердого неба

## Продолжение таблицы 2

Расстояние N	перпендикуляр от точки N к передненижнему краю сфенобазиллярного синхондроза
Линия В	линия вдоль прямой части переднего края основания затылка
A/N	значение расстояния A на расстоянии N
NSL	линия переднего основания черепа через nasion и sella
VER	линия проведенная параллельно вертикальной плоскости телерентгенограммы
HOR	линия, проведенная перпендикулярно линии VER
cv2tg	точка на верхнем, заднем крае зубовидного отростка второго шейного позвонка
cv2ip	самая нижняя задняя точка на теле второго шейного позвонка
cv4ip	самая нижняя задняя точка на теле четвертого шейного позвонка
cv6ip	самая нижняя задняя точка на шестом шейном позвонке
OPT	касательная к зубовидному отростку от точки cv2tg до cv2ip
CVT	линия через cv2tg и cv4ip (верхняя часть шейного отдела позвоночника)
EVT	линия через точки cv4ip и cv6ip (нижняя часть шейного отдела позвоночника)
$\angle$ NSL/VER	краниовертикальный угол (внешний) между линией NSL и истинной вертикалью
$\angle$ NSL/OPT	краниоцервикальный угол, характеризующий положение головы относительно второго шейного позвонка
$\angle$ NSL/CVT	краниоцервикальный угол, характеризующие положение головы к средней части позвоночного столба
$\angle$ CVT/HOR	краниогоризонтальный угол (цервикальная инклинация)
$\angle$ OPT/HOR	краниогоризонтальный угол (цервикальная инклинация)
$\angle$ CVT/EVT	угол шейного лордоза

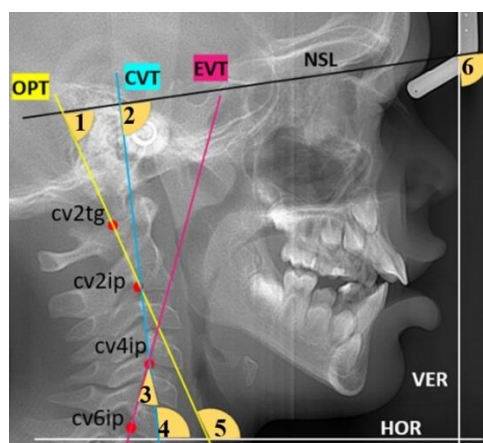


Рисунок 5 – Схема цефалометрического анализа положения головы и шеи

cv2tg, cv2ip, cv4ip, cv6ip – точки шейных позвонков; 1 – краниоцервикальный угол NSL/OPT; 2 – краниоцервикальный угол NSL/CVT; 3 – угол шейного лордоза CVT/EVT; 4 – краниогоризонтальный угол CVT/HOR; 5 – краниогоризонтальный угол OPT/HOR; 6 – краниовертикальный угол NSL/VER; VER- истинная вертикаль; HOR – истинная горизонталь

КЛКТ-исследование проводилось по показаниям до проведения ортодонтического лечения на аппарате NewTom 3G (Q&R, Италия) 30 пациентам из 80, толщиной среза составила 0,4 мм, лучевая нагрузка 90 мкЗв. Оценивали параметры ВДП, в том числе глоточных и небных миндалин и языка. Для визуализации КЛКТ-исследований были использованы программы Planmeca Romexis Viewer 5.1.0.R (Helsinki, Finland) и RadiAnt Dicom Viewer (Польша). Измерение сагиттальных параметров носоглотки, ротоглотки проводилось на сагиттальном срезе, размеров глоточной миндалины сагиттальном и аксиальном срезах (рисунок 6).

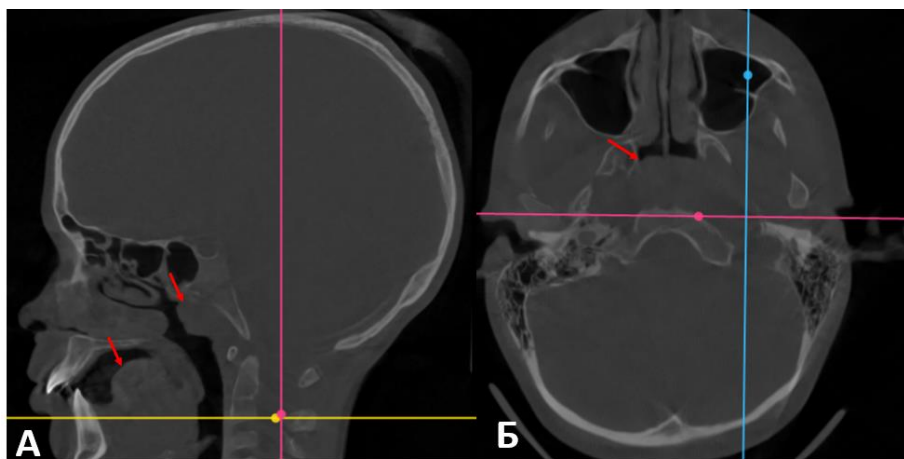


Рисунок 6 – Оценка состояния ВДП, глоточной миндалины и положения языка на сагиттальном (А) и аксиальном (Б) срезах КЛКТ (указано красными стрелками)

Для проведения оценки КЛКТ с использованием технологии искусственного интеллекта у 30 пациентов были получены КЛКТ черепа в формате 20\*17, далее они были загружены в программу Diagnocat (ООО "Диагнокат", Россия) с последующим формированием рентгенологического, ортодонтического отчетов и STL-моделей. Для определения цефалометрических параметров использовалась программа WebCeph (Корея) и MaveCloud (Россия).

Данные КЛКТ были загружены в личный кабинет компьютерной программы, которая представлена облачным хранилищем. Далее программа, на основе обученного алгоритма ИИ анализировала данные КЛКТ и формировала



рентгенологический отчет о состоянии ЗЧС и значениях общего объема и минимальной площади поперечного сечения ВДП (рисунок 7).

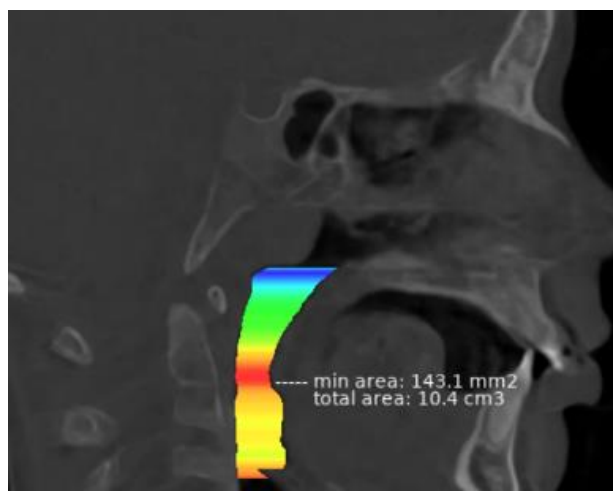


Рисунок 7 – Цветовое кодирование ВДП нейросетью Diagnocat

## 2.6. Алгоритм проведения оценки состояния верхних дыхательных путей с использованием КЛКТ

По показаниям КЛКТ исследование было проведено 30 пациентам: 8 пациентам в возрасте 8-9 лет, 22 пациентам в возрасте 10-12 лет. Среди пациентов без ГГМ было проведено 18 КЛКТ, с ГГМ – 12, с носовым дыханием – 16, с ротовым дыханием 14. Для анализа компьютерных томограмм использовали описанное выше распределение по группам. 30 КЛКТ были проанализированы, выделены реформаты боковых ТРГ.

Разработаны следующие требования к проведению КЛКТ, которые учитывались при включении изображений в исследования:

- 1) Минимальный размер FOV 15 \*15 см;
- 2) Позиционирование головы в цефалостате — естественное (natural head position), смыкание зубов привычной окклюзии, рот закрыт;
- 3) Пациент дышит носом, не глотает, кончик языка прижат к небу за верхними резцами.

Соблюдение данных требований помогает создать правильные условия сканирования, которые обеспечивают максимальную точность полученных данных.

Анализ размеров верхних дыхательных путей и глоточной миндалины был специально разработан для экспресс-диагностики состояния верхних дыхательных путей с помощью 3D рентгенологического метода исследования. Анализ данных КЛКТ у пациентов с патологией ВДП, применяемый в нашей практике, разделен на несколько блоков, которые в совокупности представляют единый алгоритм оценки диагностических и прогностических характеристик.

Рентгенологические границы исследуемых областей представлены в таблице (таблица 3).

Таблица 3 – Рентгенологические границы областей ВДП, исследуемых по КЛКТ

Область	Граница		
	Верхняя	Нижняя	Передняя
Носоглотка	основание черепа	линия, проведенная через заднюю носовую ость (PNS)	линия, соединяющая точки S (центр турецкого седла) и PNS
Ротоглотка	линия, проведенная через заднюю носовую ость (точку PNS)	верхний край надгортанника	контуры мягкого неба и корня языка
Гортаноглотка	верхний край надгортанника	верхний край четвёртого шейного позвонка	контуры надгортанника

Используя четкие ориентиры, можно проводить анализ ВДП более точно и качественно, избегая сложностей с расстановкой анатомических точек и проведением измерений (рисунок 8).

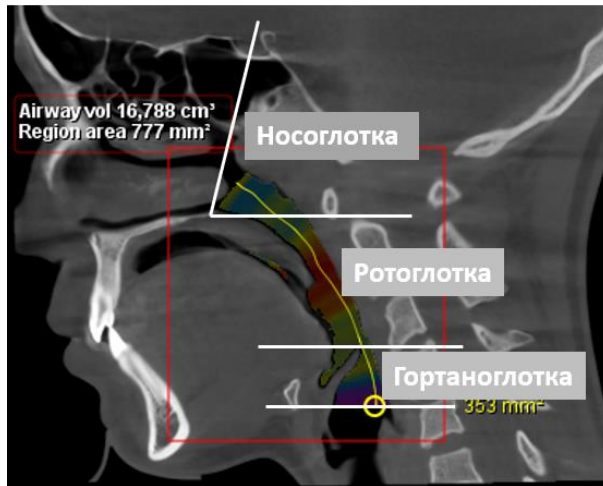


Рисунок 8 – Области ВДП с цветовой визуализацией на сагиттальном срезе КЛКТ в программе Planmeca Romexis Viewer, с обозначением общего объема и минимальной площади поперечного сечения

Алгоритм оценки состояния верхних дыхательных путей по данным КЛКТ выглядит следующим образом (рисунок 9):

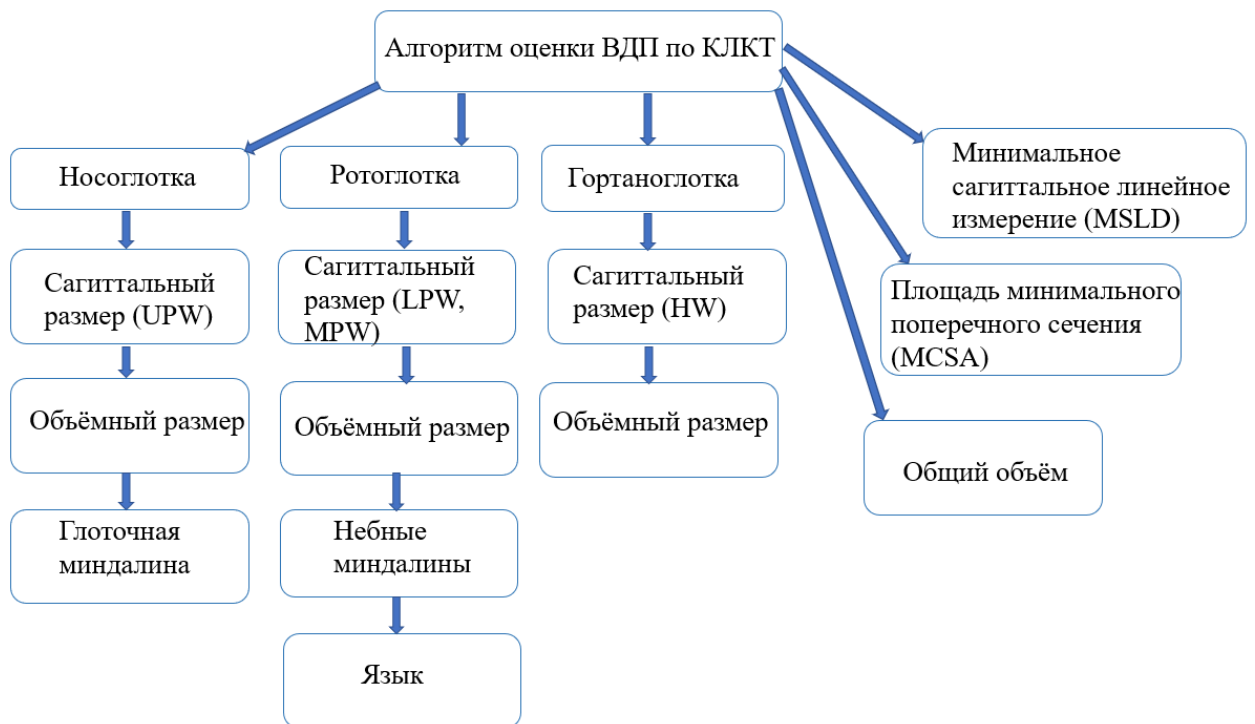


Рисунок 9 – Блок-схема алгоритма оценки состояния верхних дыхательных путей по данным КЛКТ

## 1. Носоглотка

1.1 Сагиттальный размер носоглотки (UPW) - расстояние в передне-заднем направлении от точки на заднем крае передне-верхней трети мягкого неба (точка U) до ближайшей точки на задней стенке глотки.

Норма у детей до 12 лет в среднем 15–20 мм (по McNamara). Расстояние менее 15 мм свидетельствует о сужении дыхательных путей на уровне носоглотки.

1.2 Объёмный размер носоглотки

Программа автоматически воспроизводит объёмный рендеринг носоглотки от передней и верхней границы до нижней границы с цветовым кодированием, значение объёма указывается в см<sup>3</sup>.

1.3 Глоточная миндалина, аденоидный индекс (A/N ratio)

Линия В (линия переднего края основания черепа) – линия, проведенная вдоль прямой части переднего края основания затылка, соединяющая точки Ва (нижняя точка переднего края большого затылочного отверстия) и Ar (точка, образованная пересечением задней части мышелка с нижней поверхностью основания черепа).

Линия А (линейный размер аденоида) – перпендикуляр между самой наружной точкой выпуклости тени глоточной миндалины (точкой А) и линией В. Линия N (линейный размер носоглотки)– перпендикуляр между точкой PNS и линией В.

Соотношение линейных измерений A/N указывает на степень увеличения глоточной миндалины (индекс гипертрофии глоточной миндалины или аденоидный индекс). Значение индекса  $A/N \leq 0.40$  соответствовало относительной норме; 0.41-0.59 – 1-ая рентгенологическая степень гипертрофии; 0.60-0.79 – 2-ая рентгенологическая степень гипертрофии;  $> 0.80$  – 3-ая рентгенологическая степень гипертрофии. По реформату ТРГ или КЛКТ рассчитывается рентгенологическая степень гипертрофии.

## 2. Ротоглотка

2.1 Сагиттальный размер ротоглотки на уровне мягкого неба (MPW) - расстояние в передне-заднем направлении от верхушки язычка (точка М) до ближайшей точки на задней стенке глотки.

Сагиттальный размер ротоглотки на уровне корня языка и угла нижней челюсти (LPW) - расстояние в передне-заднем направлении от точки пересечения задней границы языка и нижней границы угла нижней челюсти (точка L) до ближайшей точки на задней стенке глотки. Норма для детей до 12 лет в среднем 11–14 мм (по McNamara).

## 2.2 Объёмный размер ротоглотки

Программа автоматически воспроизводит объёмный рендеринг ротоглотки от передней и верхней границы до нижней границы с цветовым кодированием, значение объёма указывается в см<sup>3</sup>.

## 2.3 Небные миндалины

Границы тени небных миндалин определяются в коронарной проекции на уровне нижней трети второго шейного позвонка. Вертикальный (ТН) и поперечный (ТW) размер миндалин были измерены на уровне верхней и нижней границы миндалины соответственно на коронарном срезе, а длина (ТL) между передним и задним краем тени миндалины - на сагиттальном срезе. Поперечный размер (ТW) измеряли между парафарингеальной жировой клетчаткой с латеральной стороны до края максимальной выпуклости медиальной поверхности миндалины. Размер небной миндалины на боковых реформатах ТРГ из КЛКТ характеризуется высотой ТН (наибольший размер в вертикальном направлении) и длиной ТL (наибольший размер в сагиттальном направлении), которые можно измерить на сагиттальном срезе. Субъективное определение степени гипертрофии проводится в коронарном срезе: 1 степень - миндалины подходят на одну четверть к средней линии; 2 степень - миндалины подходят на половину к средней линии; 3 степень - миндалины проходят на одну четверть за среднюю линию; 4 степень – полная обструкция просвета ВДП миндалинами).

Объективное определение степени обструкции ротоглотки проводится с помощью индекса степени обструкции: формула -  $TW/LPW*100\%$ . Обструкция ротоглотки развивается при значении более 50% (рисунок 10).



Рисунок 10 – Увеличенные небные миндалины на КЛКТ.

А – фронтальный срез, Б – сагиттальный срез

ТН – вертикальный размер, ТW – поперечный, ТL – сагиттальный размер миндалин

## 2.2 Язык

Размер языка характеризуется длиной (TL) – расстояние от точки верхушки языка (ТТ) до точки углубления между краем надгортанника и корнем языка — валлекулы (V) и высотой (ТН) – перпендикуляр от самой верхней точки спинки языка (Н) к линии TL.

Оценка топографии языка также имеет важное значение при анализе ВДП. Изменение положения языка можно определить, применяя данный алгоритм. Например, если пациент глотает при проведении исследования, основание языка смещается дистально, что приводит к неверной диагностике сужения ВДП (рисунок 11). Так как в большинстве случаев сужение на уровне корня языка обусловлено ретрогнатией нижней челюсти при дистальном прикусе [112].

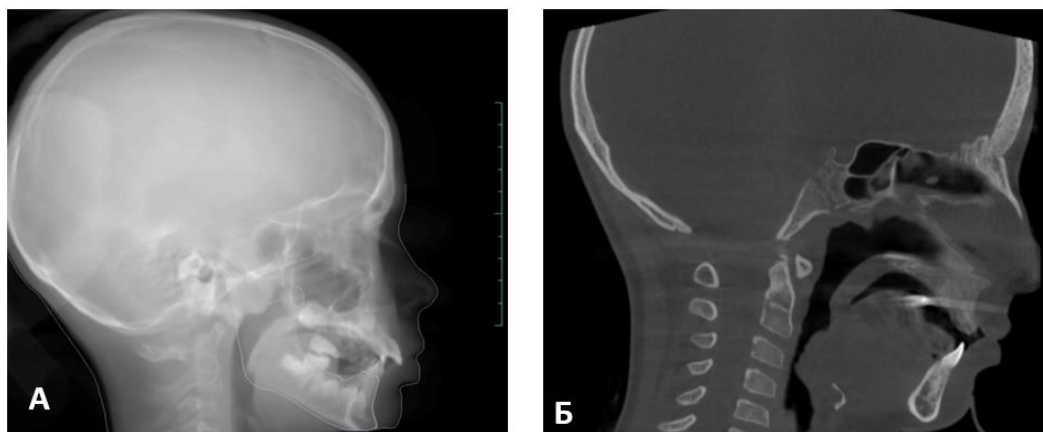


Рисунок 11– Положение языка при глотании на ТРГ (А) и сагиттальном срезе КЛКТ (Б)

### **3. Гортаноглотка**

3.1 Сагиттальный размер гортаноглотки (HW) - измеряется от нижнего края второго шейного позвонка до ближайшей точки на задней стенке глотки.

3.2 Программа автоматически воспроизводит объёмный рендеринг гортаноглотки от верхней до нижней границы с цветовым кодированием, числовое значение объёма указывается в см<sup>3</sup>.

### **4. Минимальное сагиттальное линейное измерение**

PASmin — это наиболее суженное сагиттальное расстояние дыхательных путей, представленное линией, проходящей от передней к задней стенке глотки (другое название MSLD – минимальное сагиттальное линейное измерение или *minimal sagittal linear dimension*), измеряется в мм.

### **5. Площадь минимального поперечного сечения**

Минимальная площадь поперечного сечения (MCSA, *minimal cross-section area*) в области самого суженного участка верхних дыхательных путей, измеряется в мм<sup>2</sup>.

### **6. Общий объем (total area)**

Программа автоматически воспроизводит объёмный рендеринг ВДП от верхней и передней границы носоглотки до нижней границы гортаноглотки с цветовым кодированием, значение объёма указывается в см<sup>3</sup>.

Предложенный алгоритм оценки ВДП по данным КЛКТ обеспечивает более высокую точность и результативность такого исследования. Таким образом, используя данные трехмерной визуализации, представления о топике и характеристике патологического процесса ЛОР-органов могут быть более точными. По данным КЛКТ можно определить не только правильную тактику ведения и маршрутизацию пациента, но при необходимости – объем хирургического вмешательства.

Преимущество данного алгоритма в том, что многие органы ВДП на рентгенограммах оцениваются по объективным параметрам. В отличие от визуальной оценки, которая создает трудности в точной диагностике, большой разброс в зависимости от опыта врача, данный анализ КЛКТ по точным

ориентирам делает процесс диагностики более простым, быстрым и качественным.

В связи с учетом данных оториноларингологического анамнеза, по которым распределялись пациенты, в исследовании была проведена оценка размеров глоточной миндалины и степени гипертрофии. Оценка параметров языка и небных миндалин, включенных в данный алгоритм, не входила. Это связано с небольшой выборкой пациентов, отсутствием оториноларингологического анамнеза по небным миндалинам, большей сложностью оценки мягкотканых структур (миндалин, мягкого неба, языка), по сравнению с аденоидными вегетациями. По теме использования разработанного алгоритма для оценки состояния языка и миндалин есть 2 публикации ВАК, в которых описаны возможности его использования.

Используя ручную трассировку изображений в программе MaveCloud и WebSerph на реконструированных ТРГ, были определены и рассчитаны следующие параметры: UPW, LPW, MPW, PASmin, индекс A/N (рисунок 12).

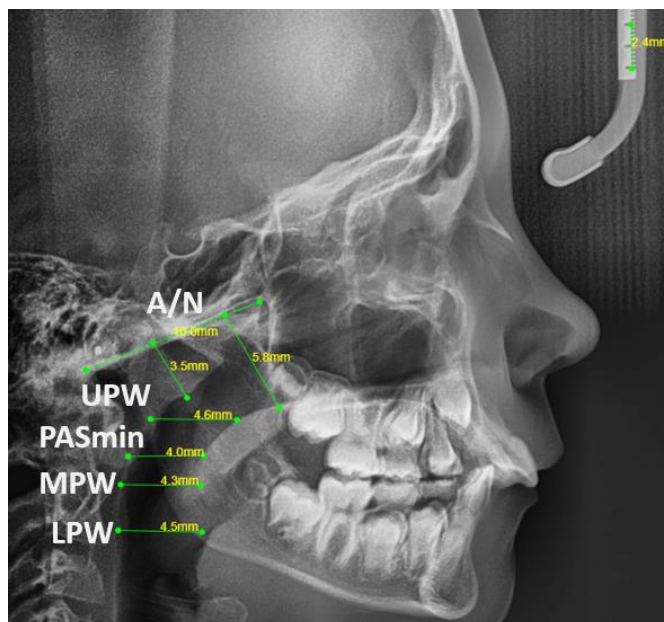


Рисунок 12 – Измерения ВДП на ТРГ

UPW – сагиттальный размер носоглотки

LPW – сагиттальный размер ротоглотки на уровне корня языка и угла нижней челюсти

MPW – сагиттальный размер ротоглотки на уровне языка мягкого неба

PASmin – наиболее суженное сагиттальное расстояние дыхательных путей

индекс A/N – аденоидный индекс



Визуализацию трехмерного изображения выполняли с помощью программы Planmeca Romexis Viewer 5.1.0.R и RadiAnt Dicom Viewer. Дополнительно КЛКТ исследования были загружены в учетную запись программного обеспечения Diagnocat, и на основе автоматической оценки был сгенерирован рентгенологический ортодонтический отчет по каждому из снимков. Дополнительной функцией программы было создание STL моделей челюстно-лицевых структур (рисунок 13), что позволяло более наглядно и доступно объяснять родителям проблемы окклюзии, скелетного взаимоотношения, особенности строения ЧЛЮ пациента, возможности и ограничения при проведении ортодонтического лечения, обосновывать правильность предложенного плана лечения и использование дополнительных приспособлений.

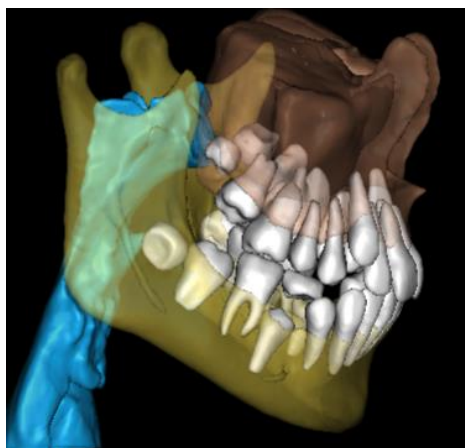


Рисунок 13 – STL модель, полученная из КЛКТ

Цветовая 3D-визуализация верхних дыхательных путей на КЛКТ была выполнена с помощью Diagnocat. Искусственный интеллект определил общий объем (total area) верхних дыхательных путей на уровне от верхней границы (верхнечелюстная плоскость ANS-PNS) до нижней границы (надгортанник) и минимальную площадь поперечного сечения (MCSA, мм<sup>2</sup>).

Проводилась оценка цветовой визуализации верхних дыхательных путей, общего и минимального объемов (рисунок 14).

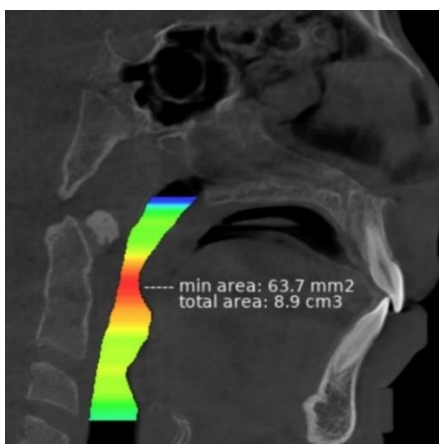


Рисунок 14 – Цветовая визуализация объема ВДП, выполненная в Diagnostat с обозначением общего объема и минимальной площади поперечного сечения

## 2.7. Статистическая обработка результатов исследования

Статистическую обработку полученных результатов и построение графиков проводили на персональном компьютере при помощи компьютерной программы «Excel 365» на базе Microsoft, 2010. Для определения нормальности распределения данных проводили оценку согласно критерию Колмогорова-Смирнова.

Средние значения показателей, показатель среднестатистического отклонения (S.D.) были вычислены в программе Excel 2010. Выявлено среднее арифметическое для каждого изучаемого параметра по формуле:

$$M = \frac{\text{SUM } V}{n}$$

M - среднее арифметическое; SUM V – сумма отдельных вариантов; n – количество наблюдений.

Определено среднее квадратическое отклонение по формуле:

$$\delta = \frac{\sqrt{\text{SUM } d^2}}{n - 1}$$

где  $d^2$  – сумма квадратов отклонений отдельных вариантов средней арифметической.

Для определения статистической значимости различий средних величин и достоверности различия сравниваемых величин был рассчитан t-критерий Стьюдента. По формуле:

$$t = \frac{M_1 - M_2}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}}$$

где  $M_1$  – средняя арифметическая первой сравниваемой совокупности (группы),  $M_2$  – средняя арифметическая второй сравниваемой совокупности (группы),  $m_1$  – средняя ошибка первой средней арифметической,  $m_2$  – средняя ошибка второй средней арифметической. Для оценки связи между параметрами использовали коэффициент корреляции Пирсона.

Был определен уровень значимости ( $p < 0,05$ ), при котором различия принимались за достоверные.

Непараметрический статистический критерий Манна-Уитни использовался для сравнения выраженности показателей в двух несвязных небольших по количеству выборках. Значение Манна-Уитни рассчитывалось по формуле:

$$U = n_1 \cdot n_2 + \frac{n_x \cdot (n_x + 1)}{2} - T_x$$

где  $n_1$  – количество элементов в первой выборке, а  $n_2$  – количество элементов во второй выборке,  $T_x$  – большая из двух ранговых сумм, соответствующая выборке с  $n_x$  элементами.

## ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

### 3.1. Результаты анкетирования

#### 3.1.1. Анкетирование законных представителей пациентов

По данным анкеты здоровья, включенной в карту стоматологического больного, и жалобам родителей распространенность ротового дыхания составила 43,75 % (35 пациентов из 80). Для исследования информированности по вопросам нарушения носового дыхания родителям всех 80 пациентов во время первичной консультации было предложено пройти анкетирование в письменной форме с помощью специально разработанных анкет из 7 вопросов (Приложение 1). Результаты анкетирования представлены ниже (таблица 4, таблица 5, таблица 6, таблица 7).

Таблица 4 – Результаты анкетирования родителей пациентов по 1, 2, 5 и 7 вопросам анкеты

Вопрос	Ответ					
	Да		Нет		Затрудняюсь ответить	
	N	%	N	%	N	%
1. Знаете ли Вы что такое ротовое дыхание?	65	81,25	8	10	7	8,75
2. Является ли ротовое дыхание нормой по Вашему мнению?	2	2,5	62	77,5	16	20
3. Наблюдаете / наблюдали ли Вы ротовое дыхание у Вашего ребенка?	35	43,75	45	56,25	0	0
4. Запивает ли Ваш ребенок еду?	23	28,75	52	65	5	6,25

Таблица 5 – Распределение ответов на 6 вопрос анкеты для родителей пациентов «У врачей каких специальностей Вы были на консультации по поводу ротового дыхания Вашего ребенка?»

Специалист	У врачей каких специальностей Вы были на консультации по поводу ротового дыхания у Вашего ребенка?	
	N	%
Врач-ортодонт	0	0

Продолжение таблицы 5

Оториноларинголог	26	32,5
Врач-ортодонт и оториноларинголог	9	11,25
Педиатр и оториноларинголог	5	6,25
Педиатр	0	0
Врач другой специальности	0	0
Не были	40	50

Таблица 6 – Распределение ответов на 3 вопрос анкеты для родителей пациентов «Каковы на Ваш взгляд могут быть причины развития ротового дыхания у ребенка?»

Причины	Каковы, на Ваш взгляд, могут быть причины развития ротового дыхания у ребенка?	
	N	%
Заложенность носа	39	48,75
ГГМ	15	18,75
Заложенность носа и ГГМ	14	17,5
Другие ЛОР-заболевания ( ринит, искривление перегородки носа, травмы носа)	12	15

Таблица 7 – Распределение ответов на 4 вопрос анкеты для родителей пациентов «К каким последствиям на Ваш взгляд может привести ротовое дыхание?»

Последствия	К каким последствиям на Ваш взгляд может привести ротовое дыхание?	
	N	%
Частые ОРВИ	19	23,75
Нехватка кислорода	12	15
Нарушения прикуса	15	18,75
Частые ОРВИ и нарушение прикуса	23	28,75
Затрудняюсь ответить или не знаю	11	13,75

Результаты анализа 80 анкет, заполненных родителями детей с носовым и ротовым дыханием в возрасте от 7 до 12 лет показали, что причинами развития ротового дыхания у ребенка 100% респондентов связывают с патологией полости носа. Особого внимания заслуживает тот факт, что никто из опрошенных не указал причиной ротового дыхания нарушения прикуса, вредные миофункциональные привычки и др. Почти половина опрошенных наблюдали у своих детей ротовое дыхание, что говорит о высокой распространенности данной миофункциональной проблемы. Меньше половины опрошенных (47,5%) относят патологию прикуса к последствиям ротового дыхания. Анкетирование родителей

показало, что необходимо налаживание партнерских взаимоотношений с родителями в целях совместных усилий для лечения аномалий и коррекции миофункциональных нарушений, а также направления пациентов к смежным специалистам.

### **3.1.2. Анкетирование врачей**

Молодые врачи в начале своей практики при постановке диагноза и планировании лечения должны обращать внимание не только на зубочелюстные параметры, но на наличие проблем с дыханием, так как это тоже может приводить к развитию ЗЧА. С целью исследования информированности по вопросам нарушения носового дыхания и определения уровня осведомленности о влиянии гипертрофии аденоидов было проведено анкетирование 100 врачей-стоматологов со специализацией «Ортодонтия» и стажем работы менее и более 3-х лет. В каждой группе было по 50 человек соответственно.

На вопрос о причинах развития ротового дыхания у ребенка более половины респондентов первой группы указали проблемы с носовым дыханием и другой ЛОР-патологией (70%); 16% опрошенных указали нарушения мышечного тонуса и миофункциональные привычки; 14% - нарушения ЧЛО и прикуса. На вопрос о последствиях ротового дыхания у ребенка также более половины обозначили патологию прикуса, изменения со стороны ЧЛО (82%); 8% указали общие изменения (гипоксия, изменения поведения); 6% - нарушения осанки; 4% - изменения ЛОР-органов. 40% опрошенных не знали, что аденоиды влияют на формирование постуры. При этом 33,3% стоматологам со стажем менее 3 лет в процессе обучения не объясняли важность междисциплинарного подхода в лечении детей с ротовым дыханием и гипертрофией глоточной миндалины. Из лучевых методов для диагностики ЛОР-патологии по мнению врачей-стоматологов со стажем менее 3 лет можно использовать ТРГ (57,8%) и КЛКТ (68,9%). При этом было выявлено, что 76% опрошенных не знают объективных

методов или расчетов для оценки состояние верхних дыхательных путей и гипертрофии глоточной миндалины по данным ТРГ или КЛКТ.

Для уточнения уровня взаимодействия врачей-ортодонтотв с ЛОР-специалистами было проведено анкетирование 50 ортодонтотв с разным стажем работы (от 3 лет до 20 лет). Разработанные анкеты отдельно для каждой группы специалистов включали 10 вопросов. 100% опрошенных ортодонтотв знали, что такое ротовое дыхание и 95% ответили, что оно не является нормой. 20% врачей-ортодонтотв не направляют детей с ГГМ на консультацию к оториноларингологу перед ортодонтическим лечением. Для 32% оториноларингологов наличие ротового дыхания у ребенка на фоне ГГМ не является показанием для направления на консультацию к ортодонтоту. На основании данных анкетирования выявлено несоответствие во взаимодействии врачей-ортодонтотв и оториноларингологов ( таблица 8).

Таблица 8 – Результаты анкетирования врачей обеих специальностей по вопросам взаимодействия

Вопрос анкеты	Специалист, n (%) и ответ на вопрос			
	Оториноларингологи n=50 (100%)		Врачи-ортодонтотв, n =50 (100%)	
	Да	Нет	Да	Нет
Необходимость сотрудничества	49 (98%)	1 (2%)	50 (100%)	0 (0%)
Направление к смежному специалисту	34 (68%)	16 (32%)	40 (80%)	10 (20%)

Статистически значимая разница между теоретически необходимым уровнем взаимодействия и практическим направлением пациентов детского возраста на консультацию к смежному специалисту составила 20% для ортодонтотв и 30% для оториноларингологов ( $p < 0,05$ ).

В повседневной практике для оценки глоточной миндалины и состояния верхних дыхательных путей ортодонтотв со стажем работы менее и более 3-х лет применяют КЛКТ (45%) и ТРГ в боковой проекции (23%). Оториноларингологи по данным анкетирования используют гораздо более широкий спектр лучевых методов для оценки состояния ВДП: рентгенография носоглотки (64%), КЛКТ

пазух (20%), МСКТ и МРТ (10%). При этом КЛКТ используют почти четверть специалистов обеих специальностей. Несколько ЛОР-врачей указали, что используют рентгенографию околоносовых пазух при невозможности эндоскопии носоглотки (5,7%). На вопрос об участии в междисциплинарных консилиумах, конференциях и др. совместно с врачами другой специализации примерно половина специалистов ответили отрицательно (58,8% ортодонт, 45,2% оториноларинголог). При этом 100% ортодонт и 98% оториноларинголог считают, что сотрудничество между врачами необходимо для оказания комплексной медицинской помощи пациентам. В таблице (таблица 9) продемонстрированы ответы врачей на вопросы о причинах и последствиях ротового дыхания у детей.

Таблица 9 – Результаты анкетирования врачей

Специалисты	Причины ротового дыхания	Последствия ротового дыхания
Оториноларингологи (n=50)	ЛОР-патология 96%, из них аденоиды 87%	общие изменения (гипоксия, нарушение развития, речи, частые ОРЗ, болезни сердечно-сосудистой системы и др.) 88%
	изменения ЧЛО, нарушения прикуса 28%	изменения ЧЛО, нарушения прикуса 76%
	миофункциональные нарушения 18%	изменения ЛОР-органов 54 %
	общие нарушения (ОРВИ, психосоматика др.) 14%	постуральные изменения 16%
Врачи-ортодонты (n=50)	ЛОР-патология 90%, из них аденоиды 87%	изменения ЧЛО, нарушения прикуса, миофункциональные нарушения 94%
	изменения ЧЛО, нарушения прикуса 34%	общие изменения (гипоксия, нарушение развития, речи, частые ОРВИ и др.) 48 %
	миофункциональные нарушения 26%	постуральные изменений 24%
	общие нарушения (генетика, поведенческие реакции) 12%	изменения ЛОР-органов 14 %

Врачи-ортодонты и оториноларингологи занимаются диагностикой и лечением заболеваний смежных областей, кроме того, в большинстве случаев, используют одинаковые рентгенологические методы в качестве дополнительных



методов диагностики (в данном случае КЛКТ и ТРГ). Следовательно, одно и то же рентгенологическое исследование, сделанное одним специалистом, можно использовать более эффективно для получения диагностической информации, обсуждения комплексного плана лечения. Такой подход помогает избежать дополнительного лучевого облучения пациентов детского возраста за счет уменьшения количества исследований.

По результатам анкетирования выявлено, что каждый специалист ввиду профессиональной деформации акцентирует больше внимания на проблемы в своей области. Однако по результатам анкетирования выявлено, что ротовое дыхание у ребенка может привести к развитию многих негативных последствий. Ввиду многофакторного влияния ротового дыхания на ЧЛО и общее состояния здоровья крайне важно налаживать кооперацию между специалистами, стремиться развивать междисциплинарный подход в диагностике и лечении пациентов с гипертрофией глоточной миндалины.

### **3.2. Распространенность аномалий окклюзии зубных рядов**

80 пациентов в возрасте 7–12 лет с различными формами аномалий окклюзии были обследованы в клинике ООО «Стоматология на Планерной» на базе сети клиник ООО «Юнидент» в г. Москве. Все пациенты были разделены на 2 группы по данным ЛОР-анамнеза: с и без гипертрофии глоточной миндалины (по 40 детей в сравнительной и контрольной группе). Также все пациенты были дополнительно разделены на две группы по типу дыхания вне зависимости от типа окклюзии: 35 детей с ротовым дыханием; 45 детей с носовым дыханием.

Распространенность зубочелюстных аномалий у пациентов с гипертрофией глоточной миндалины составила 100%, при этом наиболее распространенной формой была дистальная окклюзия, сочетанная с глубокой резцовой окклюзией (42,5%). Распространенность зубочелюстных аномалий среди пациентов без

гипертрофии аденоидов составила 82,5%, из них наиболее распространенной была дистальная окклюзия, сочетанная с глубокой резцовой окклюзией (27,5%). Дистальная окклюзия, сочетанная с глубокой резцовой окклюзией, также была наиболее распространена в группах с носовым (31,1%) и ротовым (40%) дыханием (таблица 10).

Таблица 10 – Распространенность аномалий окклюзии зубных рядов у пациентов с различным ЛОР-анамнезом и типами дыхания

Тип окклюзии	Группа							
	С ГГМ (N=40)		Без ГГМ (N=40)		Носовое дыхание (N=45)		Ротовое дыхание (N=35)	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Дистальная	5	12,5	4	10	2	4,4	7	20
Мезиальная	2	5	2	5	1	2,2	3	8,5
Глубокая	8	20	10	25	12	26,6	6	17,1
Вертикальная резцовая дизокклюзия	1	2,5					1	5,7
Перекрестная	3	7,5	1	2,5	4	8,88		
Прямая резцовая			1	2,5	1	2,2	1	5,7
Дистальная глубокая	17	42,5	11	27,5	14	31,1	14	40
Дистальная открытая	2	4					2	5,7
Перекрёстная открытая	1	2,5			1	2,2		
Мезиальная перекрёстная	1	2,5			1	2,2		
Обратная резцовая			2	5	2	4,4		
Прямая перекрестная			1	2,5	1	2,2		
Дистальная прямая			1	2,5	1	2,2		
Физиологическая			7	17,5	5	11,1	2	5,7

Количество пациентов с ротовым дыханием в группе с ЛОР-анамнезом составило 22 пациента (55%), в контрольной группе – 13 пациентов (32,5%). В связи с этим незначительная положительная корреляция наблюдалась между развитием клинического проявления в виде ротового дыхания у пациентов с ГГМ, значение которой не является статически значимым. Разница в частоте положительного ЛОР-анамнеза в группах с физиологической окклюзией и ЗЧА была достоверной ( $p < 0,001$ ). Таким образом, ротовой тип дыхания у детей не всегда обусловлен обструкцией дыхательных путей на фоне ГГМ. В ряде случаев

переход к ротовому типу дыхания может быть обусловлен различными патологиями прикуса, некоторые из которых препятствуют нормальному смыканию губ в покое. В связи с этим целесообразным является разъяснение детским оториноларингологам важности выявления миофункциональных изменений ЧЛЮ и аномалий прикуса и направления детей к ортодонту для коррекции данных нарушений.

Дополнительно к 80 обследованным пациентам 7–12 лет с аномалиями окклюзии зубных рядов были отдельно проанализированы истории болезней 10 пациентов, которым по данным анамнеза проводили аденотомию в возрасте 3–5 лет. До обращения на консультацию к ортодонту детям выполняли аденотомию по показаниям, так как они имели выраженное затруднение носового дыхания и частые отиты. Проводимая консервативная терапия, назначенная оториноларингологом, была неэффективна и не приводила к устранению проблем. Родители пациентов отмечали сохранение ротового дыхания у детей даже после перенесённой аденотомии. При повторном обращении к оториноларингологу в возрасте 5–7 лет пациентам было рекомендовано динамическое наблюдение, по показаниям проведение консервативной терапии. Пациенты не были направлены на консультацию к ортодонту.

Клинический случай № 1. Мама ребенка обратилась за консультацией к ортодонту с жалобами на неровное расположение зубов, ротовое дыхание в ночное и иногда дневное время, нарушение смыкания губ в покое. Со слов мамы пациентки М. в 3,5 года была выполнена аденотомия по показаниям. Обследование выявило: нарушение смыкания губ в покое, симптом «наперстка», выпуклый профиль, нарушение осанки (запрокинутое положение головы) (рисунок 15). Выполнение пробы на удержание воды во рту: удерживает не более 15 секунд. При осмотре диагностирован дистальный прикус, сужение зубоальвеолярных дуг, дефицит места для прорезывания постоянных зубов, слабость круговой мышцы рта, высокое «готическое» небо. Рекомендована повторная консультация оториноларинголога, ТРГ в боковой проекции, ортодонтическое лечение.



Рисунок 15 – Ребёнок А., 8 лет. Перенес аденотомию в 3 года. А- Нарушение смыкания губ в покое, Б - Симптом «наперстка» при смыкании губ

Наличие подобных случаев в клинической практике еще раз подчеркивает необходимость и важность сотрудничества между ортодонтами и оториноларингологами для грамотного планирования лечения данной категории пациентов.

### 3.3. Общая характеристика обследованных пациентов

80 детей в возрасте от 7 до 12 лет с различными формами ЗЧА были комплексно обследованы, распределены по полу и возрасту (таблица 11).

Таблица 11 – Распределение пациентов по полу и возрасту

Возраст	Пол				Всего	
	Мальчики		Девочки			
	п	%	п	%	п	%
7–9 лет	15	18,75	25	31,25	40	50
10–12 лет	17	21,25	23	28,75	40	50
Итого	32	40	48	60	80	100

В сравнительной группе с ЛОР-анамнезом (n=40) диагноз гипертрофия глоточной миндалины 1 и 2 степени был поставлен 25 детям 7-9 лет (22 девочки и 3 мальчика) и 15 детям 10-12 лет (8 девочек и 7 мальчиков) врачом-

оториноларингологом в среднем в возрасте 4-6 лет. Ротовое дыхание было выявлено у 22 пациентов (16 девочек и 6 мальчиков) из 40 детей сравнительной группы и у 13 пациентов из 40 детей контрольной группы (3 девочки и 10 мальчиков). По результатам анамнеза и обследования гипертрофия глоточной миндалины и ротовое дыхание чаще встречались в период раннего сменного прикуса в возрасте 7–9 лет. Поэтому необходимо уделять особое внимание данной возрастной группе, так как это и период активного роста и формирования структур ЧЛЮ. Также такие нарушения чаще встречались у девочек ( $p < 0,05$ ).

При включении 80 пациентов с различным ЛОР-анамнезом и типами дыхания (при первичном обращении в клинику) учитывали критерии включения/исключения. Критерии включения в исследование: 1) возраст 7–12 лет; 2) пациенты со сменным и постоянным прикусом; 3) пациенты с различными аномалиями окклюзии и типами дыхания, с и без гипертрофии глоточной миндалины. Критерии исключения из исследования: 1) пациенты с временным прикусом; 2) наличие врожденных пороков развития ЧЛЮ, 3) наличие наследственных синдромов, 4) тяжелая соматическая и поведенческие нарушения; 6) отказ от участия в исследовании; 7) ранее проведенное ортодонтическое лечение.

В исследовательской работе применялись клинические и дополнительные методы обследования (таблица 12).

Таблица 12 – Методы обследования пациентов (N=80)

Методы обследования	N	%
Клиническое обследование	80	100
Морфометрия лица	80	100
Биометрия моделей челюстей	80	100
Ортопантомография	50	62,5
Телерентгенография	50	62,6
Компьютерная томография	30	37,5

При анализе анкет не было выявлено достоверной разницы в состоянии здоровья у пациентов двух групп ( $p < 0,001$ ). Особое внимание уделялось вопросам наличия гипертрофии глоточной миндалины и ротового дыхания.

### 3.4. Результаты клинического обследования

Основными жалобами, которые предъявляли родители, были эстетические нарушения (100%), связанные с положением верхних и нижних резцов. Из общего числа обследованных детей нарушение смыкания губ отмечено у 43,75%, логопедические проблемы, связанные с произношением звуков у 30%. Нарушение носового дыхания, обусловленное гипертрофией глоточной миндалины, сохранялось продолжительный период времени у 55% детей.

При внешнем осмотре у 25% детей была выявлена бледность кожных покровов и периорбитальные тени, уменьшены размеры нижней трети лица, сглажены носогубные и значительно выражены подбородочные складки. Выпуклый профиль наблюдался у 66,25% пациентов. При визуальной оценке данный тип профиля был связан с дистальным положением нижней челюсти. При выдвижении нижней челюсти проба Эшлера-Битнера была положительная (профиль улучшался).

При внешнем осмотре пациентов в фас особое внимание уделялось выявлению признаков «аденоидного лица». Синдром «аденоидного лица», был выявлен у 23,75% детей, который включал типичные признаки: вялое и апатичное выражение лица, отсутствие смыкания губ в покое, сглаженность носогубных складок (рисунок 16).

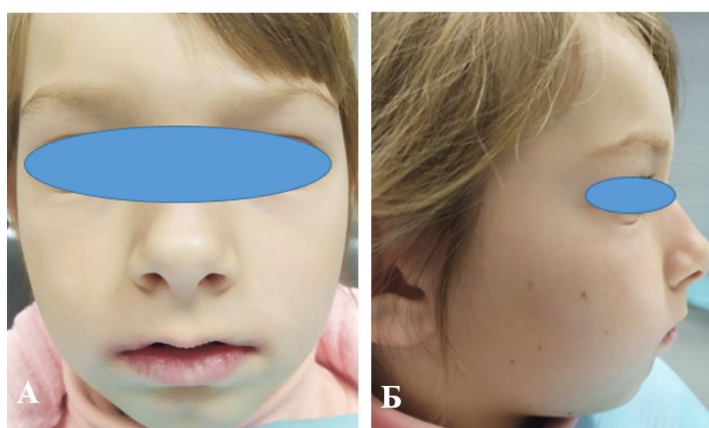


Рисунок 16 – Фотографии пациента с ротовым дыханием в фас (А) и профиль (Б)

Фотопротокол проводился на фотоаппарат Nikon D3100 с макрообъективом и кольцевой вспышкой с применением ретракторов и окклюзионных дентальных зеркал. При оценке фотографий лица в фас с улыбкой у 50% детей с отягощенным ЛОР-анамнезом и у 45% детей с ротовым дыханием была выявлена десневая улыбка (рисунок 17).



Рисунок 17 – Десневая улыбка у пациентки с отягощенным ЛОР-анамнезом

Уменьшение размеров нижней трети лица было выявлено у 73,75% пациентов, увеличение нижней трети лица – у 6,25% детей. Напряжение круговой мышцы рта при попытке сомкнуть губы (симптом «наперстка») выявлено у 82,20% детей. У 35% детей 7–9 лет с ГГМ и дистальным прикусом выявлено носовое дыхание, ротовое дыхание – у 65% пациентов. У детей с ГГМ и ротовым дыханием наблюдалось типичное формирование лицевых признаков «adenoid face»: нарушение смыкания губ в покое, сухость красной каймы, гиперпигментацией кожи периорбитальной области, сужение переносицы (рисунок 18).



Рисунок 18 – Лицевые признаки «adenoid face» у пациента с гипертрофией глоточной миндалины

При сравнении фотометрических характеристик пациентов было выявлено достоверное уменьшение носогубного угла у пациентов с ГГМ ( $p < 0,05$ ). Такое изменение профиля происходит из-за протрузии резцов верхней челюсти и смещения нижней челюсти в более дистальное положение. Нарушения носового дыхания отражались в изменении лицевых угловых параметров. Исследование фотографий подтвердило характерное изменение лицевых параметров у пациентов с ГГМ и ротовым дыханием.

У данной категории пациентов были выявлены сужение зубных рядов, V — образная форма верхней челюсти, прогнозируемый дефицит места для прорезывания зачатков постоянных зубов, скученное положение зубов, выраженная протрузия резцов верхней челюсти. Характерен выраженный небный наклон боковой группы зубов. Зубоальвеолярное сужение челюстей часто сочетается со скелетным сужением у детей с гипертрофией глоточной миндалины. Типичная клиническая картина «готического» неба свидетельствует о скелетном сужении верхней челюсти (рисунок 19). В процессе адаптации нижняя челюсть сужается, о чем свидетельствует скученное расположение зубов.



Рисунок 19 – Внутриротовые фотографии зубных рядов пациента с гипертрофией глоточной миндалины. А – сужение верхней челюсти («готическое» небо), Б – вертикальная резцовая дизокклюзия

У 27,5% детей были выявлены аномалии размеров зубов, чаще наблюдалась индивидуальная макроденция верхних центральных. Первичная адентия постоянных зубов выявлена у 7,5% детей. Достоверной разницы между наличием



и отсутствием аномалии количества зубов между пациентами двух групп обнаружено не было ( $p < 0,003$ ). Скученное расположение резцов и клыков верхней и нижней челюстей отмечено у 83,5% детей. Укорочение уздечки языка отмечалось у 13,75% пациентов, аномалия прикрепления уздечки верхней губы у 45,75%, нижней губы у 20% детей. Инфантильное глотание выявлено у 22,5%, вредные привычки (прикусывание губ) встречались у 40% пациентов. Миофункциональные нарушения чаще обнаруживались в группе детей с ротовым дыханием вне зависимости от наличия патологии ЛОР-органов.

Таким образом при сопоставлении клинических данных можно сделать вывод, что развитие аномалий зубов и зубных рядов подчиняется принципу «функция — форма». В результате нарушения дыхания изменяется форма верхней челюсти, деформация нижней челюсти происходит в процессе адаптации.

### **3.5. Результаты биометрического исследования диагностических моделей челюстей**

Проведено исследование диагностических гипсовых моделей челюстей и зубных рядов у 80 детей с различными видами окклюзии до лечения. Количество пациентов в период сменного прикуса составило 75, в период прикуса постоянных зубов - 5. Механический штангенциркуль использовался для проведения измерений ширины и длины зубных рядов. Также измерялись параметры сагиттальной щели, глубины резцового перекрытия. В связи со сменой зубов и отсутствия определённых точек для каждого пациента индивидуально подбирались виды биометрических расчетов. Измерение суммы мезиодистальных размеров 12 зубов не проводилось из-за преобладания пациентов со сменным прикусом и затруднения проведения измерений.

Рисунок 20 иллюстрирует распределение данных измерений, полученных в ходе биометрического исследования.

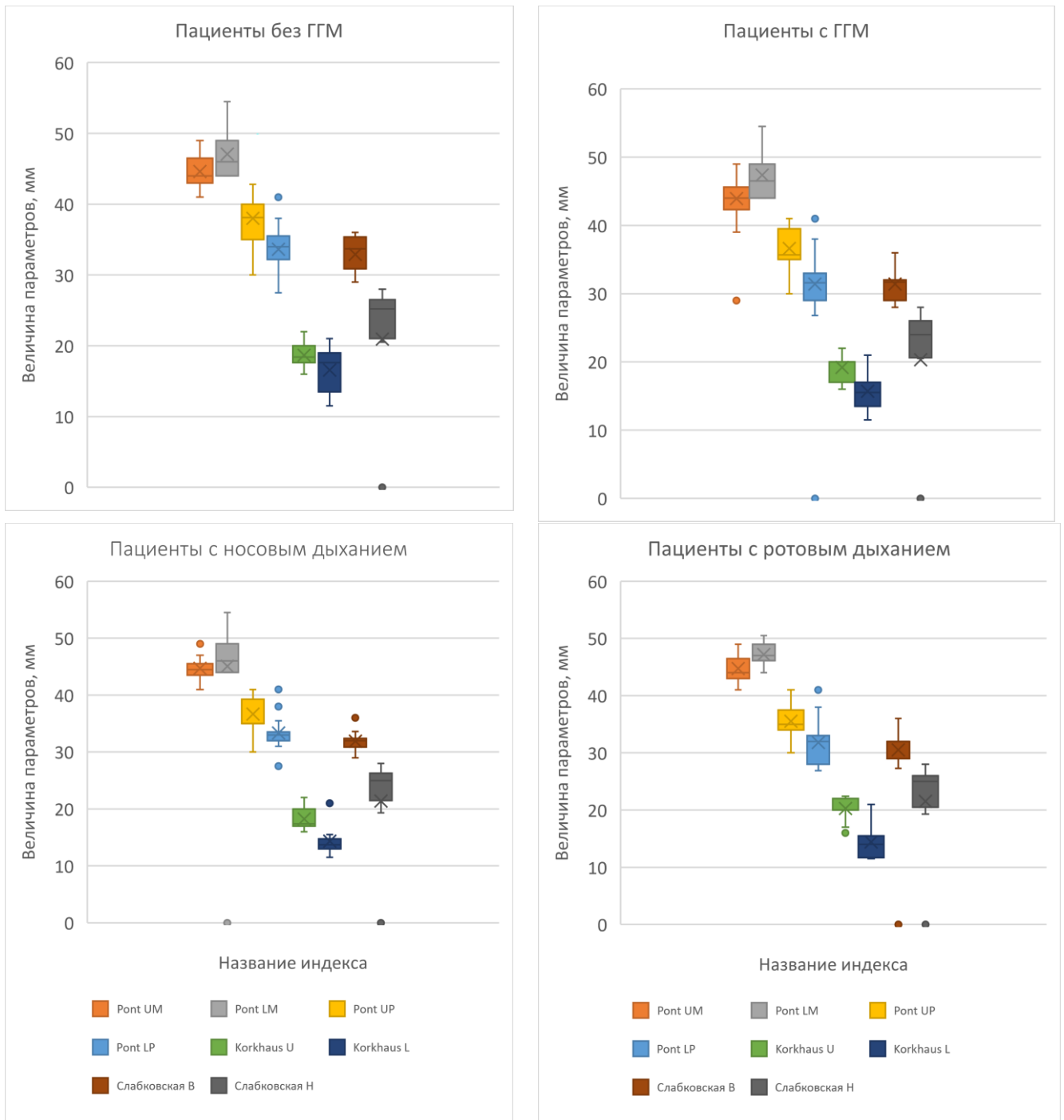


Рисунок 20 – Ящичная диаграмма по данным биометрического исследования

Результаты измерений моделей представлены в таблице (таблица 13).

Таблица 13 – Значения антропометрических параметров зубных рядов

Название индекса, единицы измерения		Группа			
		без ГГМ (N=40)	с ГГМ (N=40)	Носовое дыхание (N=45)	Ротовое дыхание (N=35)
Pont, мм	UM	46±0,58	44±1,6	45±0,53	43±1,56
	LM	49±1,8	48±2,3	49±1,5	47±0,9
	UP	40±2,8	38±2,3	39±1,9	35±2,5
	LP	34±1,8	29±2,2	33±0,5	28±1,1
Korkhaus, мм	U	18,4±0,8	20,0±1,4	17,4±1,3	22,0±0,4
	L	13,9±0,4	17,0±0,3	13,7±0,7	14,0±2,3
Слабковская вч, мм		34,6±0,9	31,4±2,5	32,4±1,2	30,4±3,1
Слабковская нч, мм		26,5±1,3	22,5±1,5	25, 5±1,8	22, 2±2,9

Ширина резцов верхней челюсти составила 31±1,3 мм и 29±1,5 мм у пациентов с ГГМ и без ГГМ соответственно. У детей с ротовым и носовым дыханием ширина резцов была 30±1,3 мм и 32±0,5 мм, соответственно. У пациентов с ГГМ выявлено достоверное уменьшение ширины между верхними первыми премолярами (на 7,8%) и нижними премолярами (на 7,4%), а также между первыми верхними и нижними молярами (на 5,9%) ( $p < 0,05$ ).

Симметричность зубных рядов была нарушена у 70% детей. В большинстве случаев отмечалось несимметричное расположение клыков (45%) и первых постоянных моляров (34%). Преобладало мезиальное смещение зубов в сегментах (70%), причиной которого являлись скученность, раннее удаление временных зубов без последующего ортодонтического лечения.

У пациентов в группе с ГГМ значение Korkhaus для верхнего зубного ряда была достоверно больше на 32,5%, чем у детей без ГГМ ( $p < 0,05$ ). Выявленные изменения были закономерными для всех видов аномалий окклюзии. У пациентов с дистальной окклюзией отмечалось увеличение значений по Korkhaus: на 15,6% на верхнем зубном ряду и на 8,3% – на нижнем. Наибольшее значение Korkhaus для верхнего зубного ряда выявлено у пациентов с ротовым дыханием. Удлинение переднего отрезка верхней челюсти чаще обусловлено слабостью круговой мышцы рта, нарушением артикуляции языка, протрузией резцов по

причине нарушения миодинамического равновесия. Уменьшение значений переднего отрезка нижней челюсти связано с наличием у пациентов ГГМ глубокого резцового перекрытия, скученности передней группы зубов. Трансверзальные размеры верхнего и нижнего зубного ряда в измеряемых точках были значительно уменьшены у пациентов в период сменного и постоянного прикуса ( $p < 0,002$ ). Выраженное уменьшение ширины зубных дуг было выявлено в период постоянного прикуса, которое ассоциировалось с хроническим ротовым дыханием на фоне ГГМ.

Наличие и размер сагиттальной щели у пациентов оценивалось как расстояние от передней поверхности коронки нижнего резца до переднего края коронки верхнего резца, измеренное в мм. Пациенты были распределены следующим образом: величина параметра сагиттальной щель в пределах нормы (0-2 мм) выявлена у 18 детей; незначительное увеличение (2,1-4 мм) – у 32 пациентов; среднее отклонение имели 34 детей (4,1-6 мм); у 16 пациентов увеличение сагиттальной щели соответствовало тяжелой степени (6,1-10 мм) (рисунок 21).

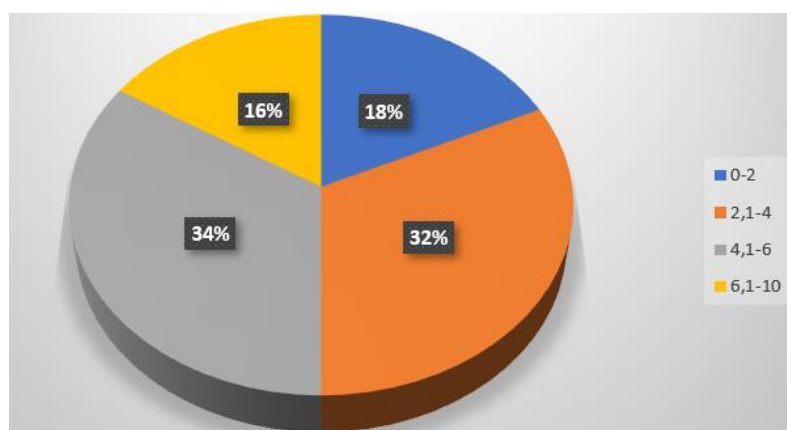


Рисунок 21 – Значение сагиттальной щели

Размер глубины резцового перекрытия оценивался в степени перекрытия коронки нижнего резца: 1-степень – более  $1/3$  высоты и менее  $1/2$ ; 2 степень - более  $1/2$  и менее  $2/3$ ; 3 степень - более  $2/3$  (рисунок 22).

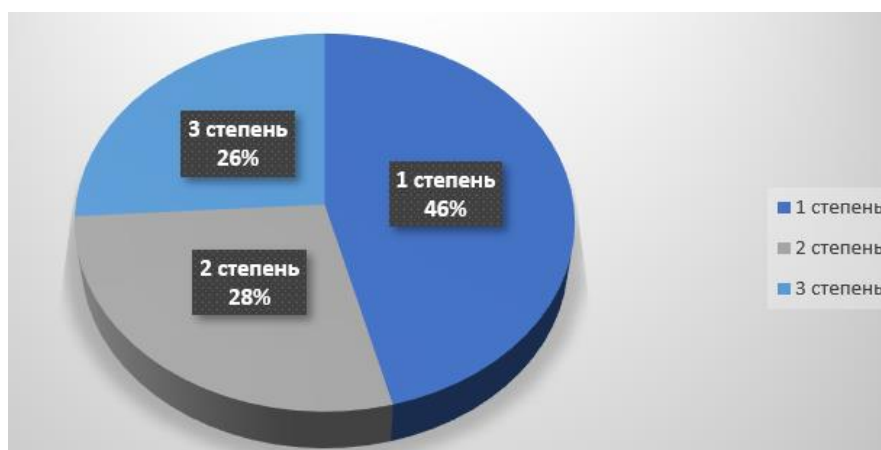


Рисунок 22 – Значение глубины резцового перекрытия

Проанализировав сходство и различие полученных биометрических параметров диагностических моделей, можно сделать вывод, что ротовое дыхание при наличии ЛОР-патологии в значительной степени приводят к нарушению формирования зубоальвеолярных дуг и положения зубов. Стоит отметить, что не выявлена взаимосвязь с типом дыхания и развитием вертикальной резцовой дизокклюзии ( $p < 0,05$ ). Хотя подобные клинические случаи неоднократно обсуждались в научной литературе. В большей степени ротовое дыхание и ЛОР-патология приводят к ротации нижней челюсти кзади. В процессе патологической адаптации происходит ретроинклинация верхней челюсти, гиперэкструзия резцов нижней и верхней челюстей. Чрезмерное прорезывание последних формирует десневую улыбку у пациентов.

Согласно результатам исследования контрольно-диагностических моделей зубных рядов у пациентов до лечения данные клинического обследования были подтверждены. У большинства обследуемых пациентов до проведения лечения были обнаружены вредные миофункциональные привычки: инфантильное глотание; прикусывание нижней губы; прокладывания языка между зубами. Наличие перечисленных вредных привычек приводило к типичным изменениям прикуса: небному наклону боковой группы зубов (как следствие уменьшение измерений по Pont); протрузии верхних резцов и в меньшей степени нижних (увеличение переднего отрезка верхнего зубного ряда); скученности.

## 3.6. Результаты рентгенологического исследования

### 3.6.1. Ортопантомография

Выбор между 2D (ОПТГ и ТРГ) или 3D (КЛКТ черепа) методами исследования основывался на совокупности факторов и зависел от жалоб, возраста, предварительного диагноза, основанного на клинических данных, показаниях. При отсутствии выраженной скелетной или зубоальвеолярной патологии, аномалии количества зубов, осложненного ЛОР-анамнеза пациентам в возрасте 7-12 лет проводилось ОПТГ и ТРГ в боковой проекции. В более сложных клинических случаях пациентам было проведено КЛКТ. Самый ранний возраст для проведения КЛКТ был 8 лет. Исследование проведено по показаниям в связи с наличием сверхкомплектного резца на нижней челюсти и принятии вопроса об удалении. Таким, образом рентгенологическое исследование проводилось по четким показаниям и согласно принципам ALARA во избежание увеличения лучевой нагрузки на растущий организм.

ОПТГ была проведена в клинике 50 пациентам для скрининга общей патологии ЗЧС: диагностики аномалии количества и положения зубов, оценки дефицита места для прорезывания постоянных зубов. Рентгенологические признаки нарушения носового дыхания по данным ОПТГ включали: сужение носовых ходов, состояние верхнечелюстных пазух, искривление перегородки носа, конвергенцию корней верхних постоянных резцов, дефицит места для прорезывания постоянных зубов, в особенности клыков (рисунок 23). Данные признаки являются симптомами сужения верхней челюсти ввиду соматической патологии и должны учитываться при планировании ортодонтического лечения и маршрутизации пациентов.

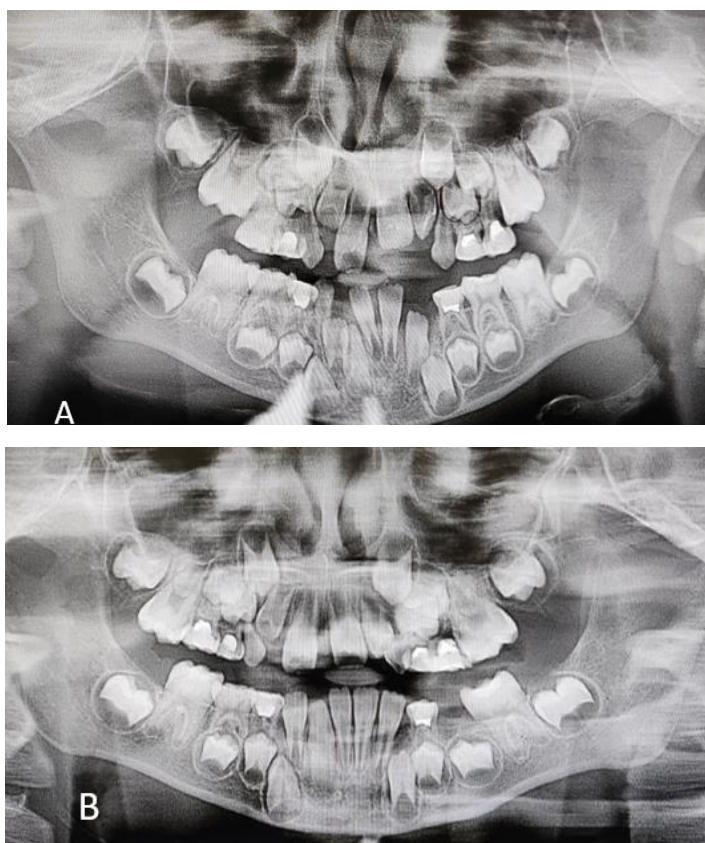


Рисунок 23 – ОПТГ пациента с гипертрофией глоточной миндалины 2 степени, выполненное в 2021 (А) и 2023 году (В)

Оценка состояния носовых ходов и перегородки носа на ОПТГ затруднительна ввиду проекционного искажения. В то время как степень сужения резцового отдела верхней челюсти и конвергенцию корней резцов можно оценить более точно. У 75% пациентов с гипертрофией глоточной миндалины было выявлено сужение фронтального отдела верхней челюсти, конвергенция корней резцов и дефицит места для прорезывания постоянных клыков. Среди них 65% составили дети 7-9 лет. В группе детей с ротовым дыханием было выявлено 55% детей с сужением верхней челюсти.

Сравнение данных измерений по ОПТГ у пациентов с и без ГГМ указывает на возможность оценки ширины резцового отдела верхней челюсти с учетом степени проекционного искажения при исследовании зубочелюстных аномалий. Врач-ортодонт по данным ОПТГ может предположить наличие нарушения носового дыхания и спрогнозировать степень данного нарушения. Такая методика способствует развитию междисциплинарного подхода в планировании лечения детей с ротовым дыханием и ГГМ.





Рисунок 25 иллюстрирует распределение скелетных и дентальных измерений

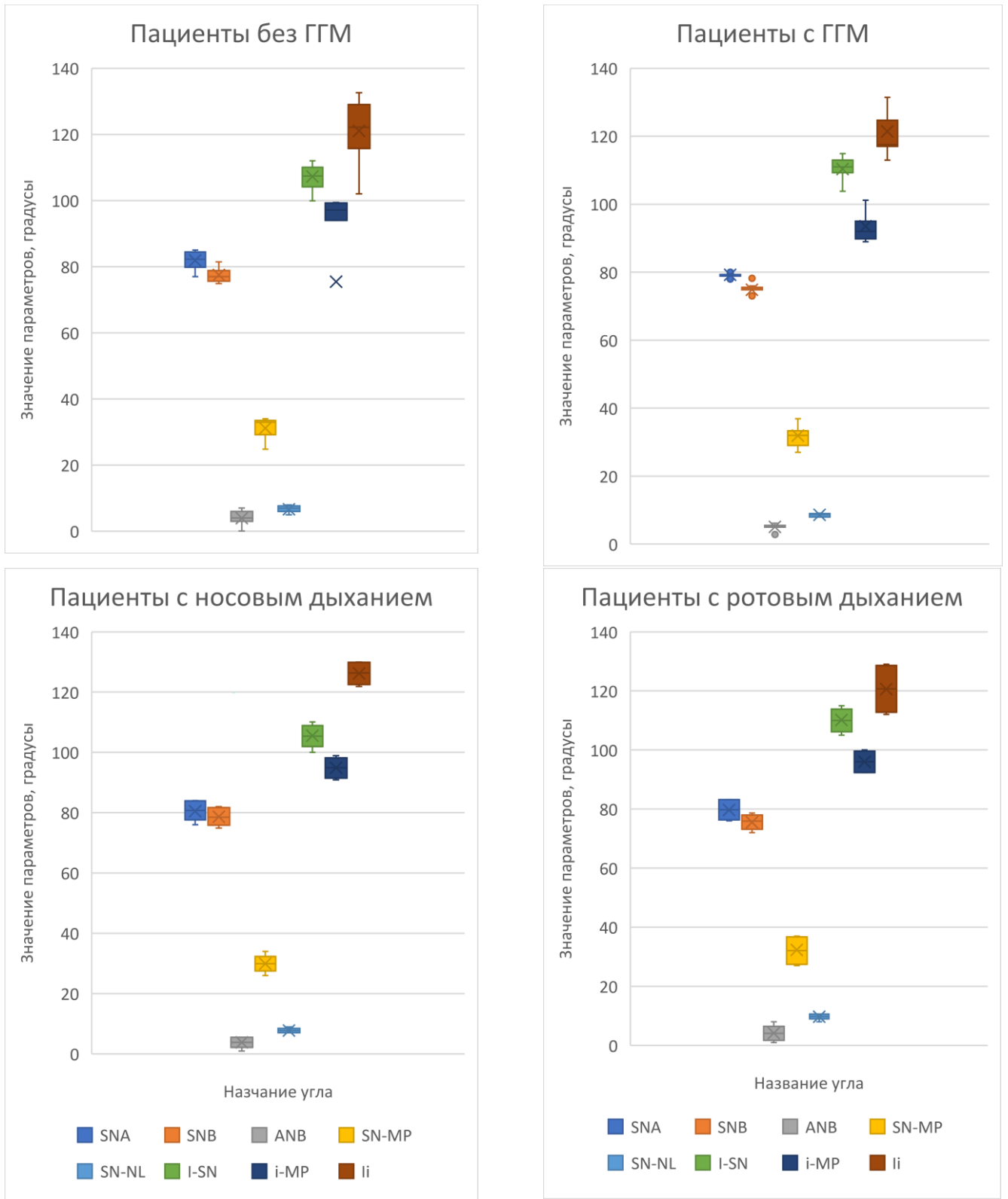


Рисунок 25 – Ящичная диаграмма скелетных и дентальных угловых параметров по данным ТРГ

Этот минимальный набор измерений наиболее точно отражает положение челюстей, передних зубов, тип роста лицевого скелета (таблица 14).

Таблица 14 – Сравнение цефалометрических параметров у пациентов

Параметр, единицы измерения	Группа и значение (M ± SD)			
	без ГГМ (N=40)	с ГГМ (N=40)	носовое дыхание (N=45)	ротовое дыхание (N=35)
∠SNA (°)	82,23±2,39	79,30±0,48	80,73±3,19	79,77±3,42
∠SNB (°)	78,8 ±2,92	75,14±0,55	78,5±2,57	75,94±2,8
∠ANB (°)	3,06±2,95	5,49±0,45	3,86±1,74	4,12±2,37
<SN-MP (°)	29,2±4,34	33,31±3,56	29,91±2,46	32,11±4,68
∠SN-NL (°)	6,97±0,93	8,77±0,32	7,76±0,73	9,77±0,82
∠I-SN (°)	107,4±2,65	109,27±5,6	105, ±3,54	109,98±3,84
∠i-MP (°)	94,07±5,30	95,00±6,2	94,89±3,37	96,00±3,62
∠Ii (°)	127,40±5,21	124,70±6,75	126,40±3,5	120,70±7,93

У всех 80 пациентов до проведения ортодонтического лечения в 100% случаев выявлено уменьшение значений угла SNB. У пациентов с ГГМ выявлены выраженная ретрогнатия нижней челюсти и бипротрузия резцов. Данные ТРГ о типе скелетного класса и степени наклона резцов подтверждаются результатами клинического и биометрического исследований и должны учитываться при составлении плана лечения.

По данным анализа ТРГ было выявлено, что в группах детей с ГГМ и ротовым дыханием преобладал II скелетный класс - 59,3 и 42,6% соответственно. У пациентов, которые имеют и ротовое дыхание, и ГГМ, количество детей со II скелетным классом выше на 16,7% по сравнению с другими группами пациентов. В большей степени показатели были увеличены в возрастной группе 7-9 лет.

У детей с ротовым дыханием увеличено значение ретроинклинации верхней челюсти, что является адаптацией под положение нижней челюсти. Не было обнаружено статистически значимых различий в типе роста лицевого отдела черепа у детей всех групп ( $p < 0,05$ ). В группе детей с ГГМ не было выявлено

преобладания гипердивергентного типа роста. Только у 25,7% пациентов с ротовым дыханием и 27,5% с ГГМ выявлен данный тип роста. Коэффициент корреляции Пирсона использовался для выявления взаимосвязи между степенью гипертрофии глоточной миндалины и типом роста лицевого скелета. При статистической оценке результатов была выявлена умеренная корреляция (0,48), что подтверждает результаты исследования и свидетельствует о незначительном влиянии гипертрофии глоточной миндалины на формирование долихоцефалического строения лицевого скелета и развитие скелетного открытого прикуса в детском возрасте.

Нормодивергентный и гиподивергентный типы роста составили 25,33% и 61,66% соответственно среди всех 80 пациентов. У четверти детей гиподивергентный тип роста сочетался со 2 скелетным классом и с носовым дыханием. Среди детей с ротовым дыханием всего 25% обследованных имели гипердивергентный тип роста и 2 скелетный класс.

Протрузия резцов верхней челюсти сочеталась с ГГМ и ротовым дыханием. У детей с нарушением носового дыхания значения протрузии резцов были значительно больше по сравнению с детьми других групп ( $p < 0,05$ ). Уменьшение межрезцового угла также зависело от наличия ЛОР-патологии и нарушения носового дыхания ( $p < 0,05$ ). Таким образом, значения скелетных и дентальных параметров коррелирует с ЛОР-анамнезом у детей.

Для оценки влияния ГГМ и ротового дыхания на положение головы и шейного отдела позвоночного столба на ТРГ были измерены 6 угловых параметров: NSL/VER, NSL/OPT, NSL/CVT, CVT/EVT, OPT/HOR, CVT/HOR. Расчеты постуральных измерений были проведены вручную в приложении MaveCloud (Россия). Данные постуральных характеристик пациентов представлены в таблице (таблица 15).

Рисунок 26 иллюстрирует распределение измерений положения головы и шеи, полученных в ходе анализа ТРГ в боковой проекции.

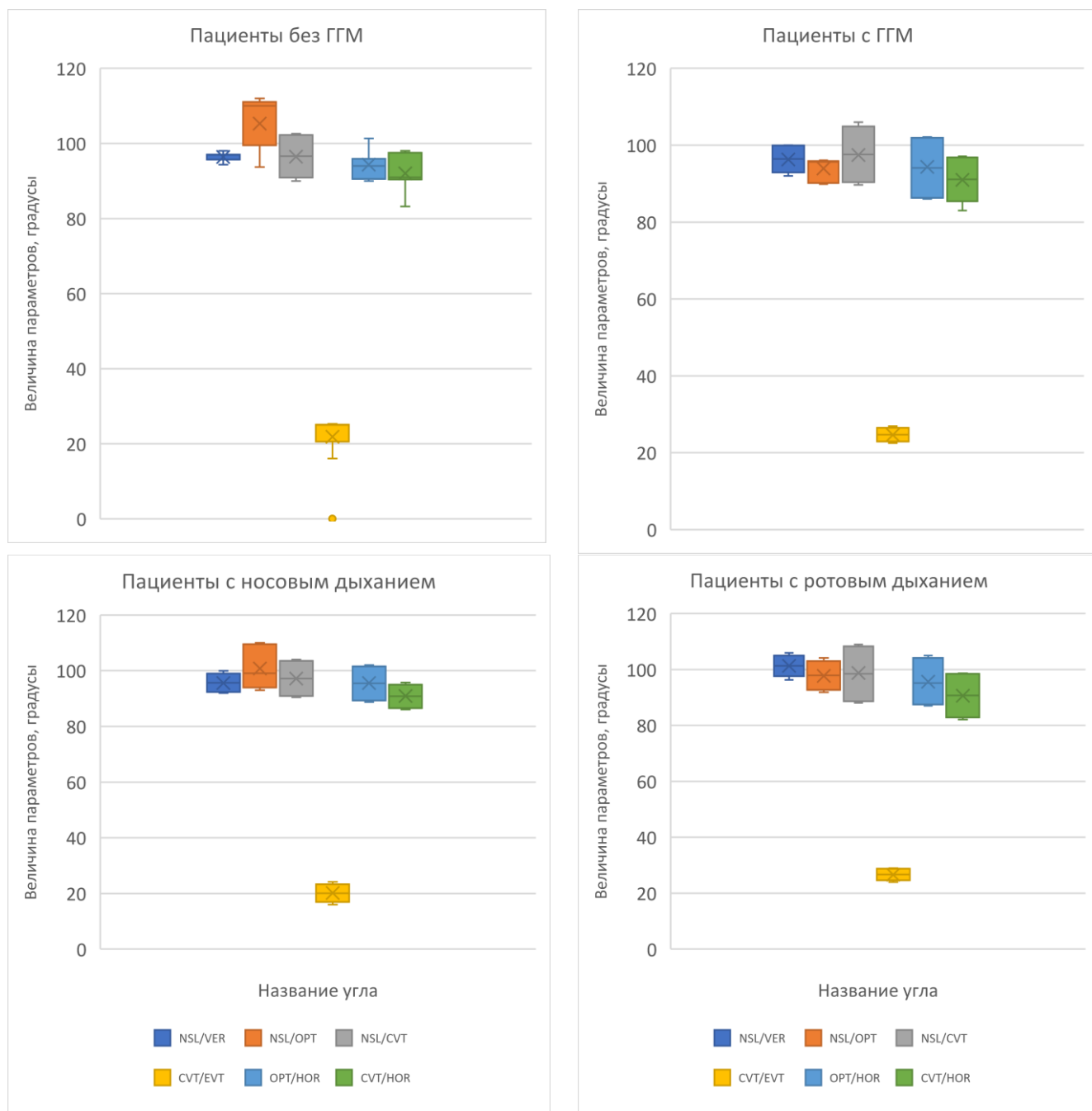


Рисунок 26 – Ящичная диаграмма угловых параметров наклона головы и величины шейного лордоза по данным ТРГ

Данные поструральных характеристик пациентов представлены в таблице (таблица 15).

Таблица 15 – Параметры положения головы и шеи

Параметр, единицы измерения	Группа и значение (M ± SD)			
	без ГГМ (N=40)	с ГГМ (N=40)	носовое дыхание (N=45)	ротовое дыхание (N=35)
∠NSL/VER (°)	95,7±1,35	96,42±3,5	95,67±3,35	101,32±3,71
∠NSL/OPT (°)	93,75±5,72	95,9±2,75	93,95±5,2	97,9±5,15
∠NSL/CVT (°)	96,59±5,66	97,62±7,26	97,19±6,32	98,46±9,86
∠CVT/EVT (°)	20,58±4,52	24,71±1,8	20,1±3,2	26,71±2,1
∠OPT/HOR (°)	95,93±5,4	94,1±7,8	95,43± 6,14	95,21±8,3
∠CVT/HOR (°)	90,38 ±7,13	91,09±5,71	90,78±4,23	90,69±7,81

У пациентов с ротовым типом дыхания были увеличены значения краниоцервикальных углов NSL/OPT, NSL/CVT NSL/ VER HOR и шейного лордоза CVT/EVT. Увеличенное значение указывает на то, что происходит вращение головы вверх и назад, а также сгибание шейного отдела позвоночника в верхней части. Углы, описывающие взаиморасположение среднего и нижнего сегментов шейного отдела позвоночника, статистически не отличались между пациентами разных групп ( $p < 0,05$ ).

При анализе взаимосвязи угла шейного лордоза CVT/EVT с параметрами верхних дыхательных путей было обнаружено, что у детей с ротовым типом дыхания и ГГМ происходит увеличение угла шейного лордоза ( $p < 0,05$ ). На данном уровне происходит адаптация шейного отдела позвоночного столба в условиях назальной обструкции для обеспечения нормального прохождения воздуха (рисунок 27).

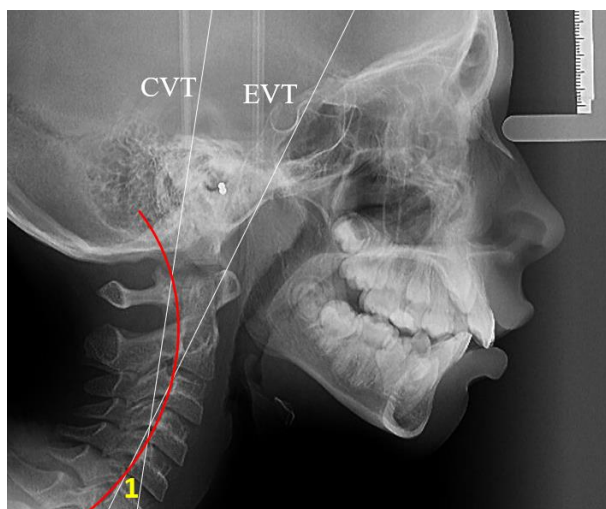


Рисунок 27 – Увеличение кривизны шейного лордоза (красная линия), 1- угол CVT/EVT

Небольшая статистически значимая разница наблюдалась в значении угла NSL/VER, у девочек этот параметр был больше в среднем на 2-2,5°, чем у мальчиков ( $p < 0,002$ ). Следовательно, девочки держали голову в более приподнятом положении, чем мальчики.

Краниоцервикальные углы NSL/OPT и NSL/CVT отражают как положение головы, так и изменения наклона шейного отдела позвоночника в верхнем и среднем отделе. Данные параметры были больше в среднем на 2-3° в группе детей с ротовым дыханием. Увеличение параметра указывает на то, что происходит вращение головы вверх и назад и сгибание шейного отдела позвоночника в верхнем и среднем отделе. Параметр величины шейного лордоза CVT/EVT отличался в среднем на 7-9°, что также свидетельствует об увеличении шейного прогиба при нарушении носового дыхания.

Разница в средних значениях углов OPT/HOR и CVT/HOR в группах не была статистически значимой ( $p < 0,05$ ). Не было обнаружено статистически значимых различий в положении головы между пациентами с разными типами дыхания в обеих возрастных группах.

### **3.6.2.1. Исследование эффективности цефалометрического анализа для оценки состояния ВДП по ТРГ в боковой проекции**

Поскольку применение 3D рентгенологических методов диагностики и визуализации у детей раннего детского возраста ограничено ввиду принципов минимизации лучевой нагрузки, актуальным решением является оценка состояния ВДП по 2D данным. Для этой цели был разработан модифицированный цефалометрический анализ для оценки ВДП по ТРГ в боковой проекции. Разработаны требования к проведению ТРГ в боковой проекции, которые обеспечивают подходящие условия для сканирования и максимальную точность данных для правильной оценки ВДП. К ним относятся: позиционирование головы в цефалостате без прогиба в шейном отделе позвоночника и наклона головы (позиция NHP); положение лобного упора точно на границе между бровями и корнем носа (соответствует точке N на ТРГ); смыкание зубов привычной окклюзии, рот закрыт, пациент дышит носом, не глотает. Нарушение методики проведения ТРГ приводит к неправильной интерпретации диагностических данных по состоянию ВДП (рисунок 28).

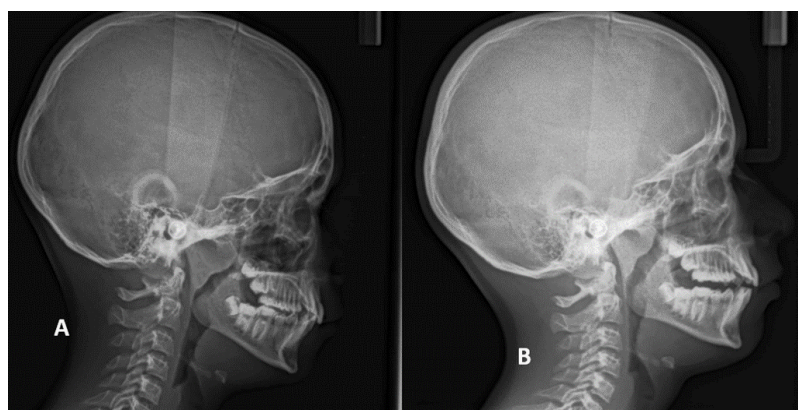


Рисунок 28 – Влияние положения головы на размеры ВДП (А-наклон головы вперед, В- нормальное положение головы)

Для комплексной оценки состояния ВДП по ТРГ был оптимизирован цефалометрический анализ, который включает измерение следующих параметров: UPW (сагиттальный размер носоглотки), MPW (сагиттальный размер ротоглотки на уровне язычка мягкого неба), LPW (сагиттальный размер ротоглотки на уровне корня языка и угла нижней челюсти), PASmin (минимальное переднезаднее расстояние верхних дыхательных путей), A/N ratio (аденоидный индекс) (рисунок

29). Удобство и преимущество данного анализа заключается в возможности его использования с применением современной технологией искусственного интеллекта (например, программа Webceph) и расчета ручным методом в различных приложениях (MaveCloud, Diagnortho и др.)

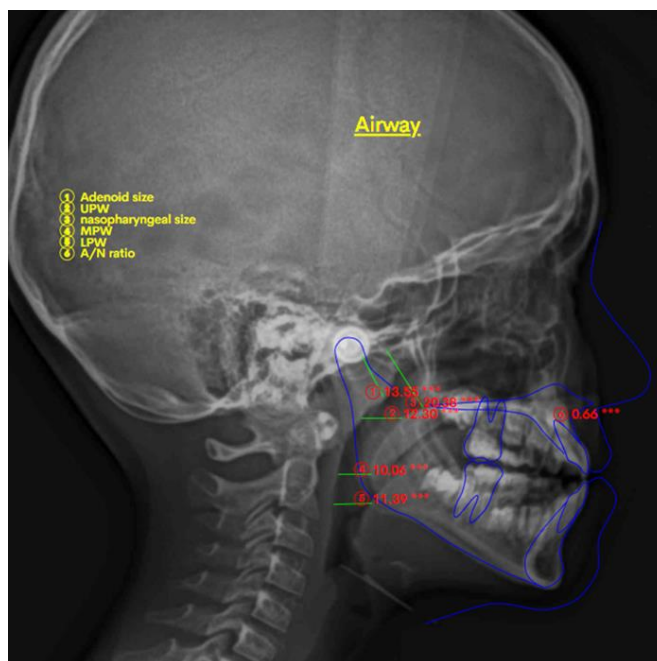


Рисунок 29 – Цефалометрический анализ ВДП, выполненный в программе Webceph  
Синим цветом обозначены контуры мягких тканей, челюстей и зубов  
Желтым цветом обозначены компоненты цефалометрического анализа «Airway»  
Красным цветом обозначены числовые значения каждого показателя

Параметры верхних дыхательных путей у пациентов обеих групп по данным ТРГ представлены в таблице (таблица 16).

Таблица 16 – Сравнение параметров ВДП у пациентов

Параметр, единицы измерения	Группа и значение (M ± SD)			
	без ГГМ (N=40)	с ГГМ (N=40)	носовое дыхание (N=45)	ротовое дыхание (N=35)
UPW, мм	13,25±3,98	12,57±3,38	12,88±2,01	11,3 ±2,72
MPW, мм	10,0 ±2,34	9,346±2,6	11,1±2,46	8,7±2,15
LPW, мм	9,59±2,82	10,72±3,84	10,5±2,3	9,4±2,69
A/N	0,62±0,18	0,63±0,19	0,56±0,04	0,66±0,13
PASmin, мм	8,97±0,93	8,87±0,32	10,06 ±1,45	9,46±2,51



Рисунок 30 иллюстрирует распределение данных измерений ВДП, полученных в ходе анализа ТРГ в боковой проекции.

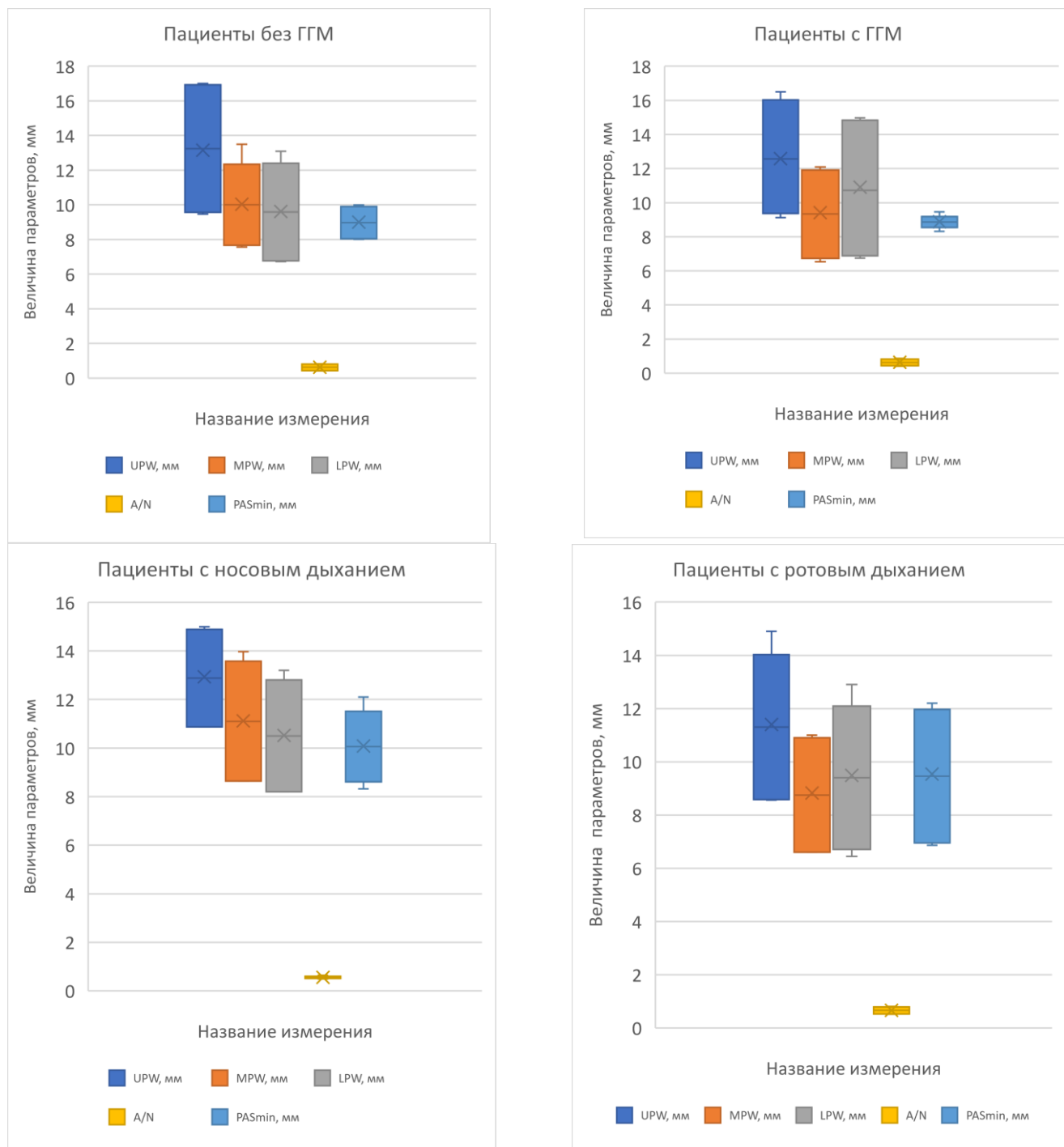


Рисунок 30 – Ящичная диаграмма распределения данных параметров ВДП

Согласно данным McNamara нормальной проходимостью верхних дыхательных путей у детей считается UPW=15-20 мм, LPW = 11–14 мм. В связи с

отсутствием стандартных значений для MPW установить отклонение от нормы не удалось. По результатам анкетирования у 50% пациентов (40 детей из 80) ЛОР-анамнез не был отягощенным, у 56,25% детей (45 из 80) не было проблем с носовым дыханием на момент обращения и проведения осмотра. У 43,75 % детей (35 из 80) ротовое дыхание было выявлено по данным анамнеза и подтверждено результатами клинического обследования. В группе пациентов с гипертрофией глоточной миндалины и ротовым дыханием (22 пациента из 40) выявлено достоверное увеличение аденоидного индекса A/N по данным ТРГ и КЛКТ ( $p < 0,05$ ).

У пациентов без ГГМ по данным анкетирования в 55% случаев была выявлена гипертрофия глоточной миндалины 1-й, 2-й и 3-й рентгенологической степени (63,6%, 22,7%, 13,6% соответственно). Таким образом, у 22 пациентов из 40 (14 детей в возрасте 7-9 лет и 8 детей в возрасте 10-12 лет), которые не наблюдались у оториноларинголога, с помощью оптимизированной методики анализа ТРГ была выявлена гипертрофия глоточной миндалины.

Количество пациентов из 2-й группы с клиническим проявлением назальной обструкции в виде ротового дыхания и выявленной 2-й и 3-й рентгенологической степенью гипертрофии аденоидов составило 6 и 2 пациента соответственно. Данная подгруппа пациентов была направлена на консультацию к оториноларингологу перед проведением ортодонтического лечения. Диагноз гипертрофия аденоидов 1-й и 2-й степени был поставлен 2 и 6 пациентам соответственно. У пациентов в группе без ГГМ проявление клинического симптома ротового дыхания не было статистически значимо связано с наличием гипертрофии аденоидов различной рентгенологической степени ( $p > 0,05$ ).

Чтобы определить взаимосвязь между соотношением A/N и степенью гипертрофии аденоидов по данным анамнеза был использован коэффициент корреляции Пирсона и независимый t-тест. Коэффициенты корреляции степеней гипертрофии у пациентов 1-й группы составил 0,95, что подтверждает клиническую эффективность использования метода ТРГ для оценки гипертрофии глоточной миндалины.

Выявлена положительная корреляция между проявлением симптома назальной обструкции в виде ротового дыхания у пациентов с ГГМ по данным анамнеза, чаще ротовое дыхание встречалось у детей 7-9 лет (32,5%).

В контрольной группе ГГМ выявлено несоответствие размеров UPW и LPW нормам McNamara. Определено уменьшение UPW и LPW у 25% и 82,5% детей соответственно без ГГМ. Уменьшение UPW свидетельствует о сужении просвета в области носоглотки, а уменьшение LPW характерно для дистального смещения нижней челюсти. По этой причине у пациента может быть ротовое дыхание даже при гипертрофии глоточной миндалины.

По результатам ТРГ у детей с ротовым дыханием и без ГГМ по данным анкетирования (их доля в исследовании составляет 16,25%) была выявлена гипертрофия глоточной миндалины в 58,3% случаев. При оценке индекса A/N у всех пациентов распространённость ГГМ составила 77,5%, что на 27,5% выше по сравнению с результатами анкетирования ( $p < 0,001$ ). Сужение ВДП на уровне мягкого неба (MPW) и корня языка (LPW) наблюдалось у 36,5% детей, которые имели нормальное значение индекса A/N. Наибольшая степень сужения дыхательных путей в области ротоглотки выявлена у 35% детей с нормальным A/N. У 50% детей от общего числа пациентов со значением A/N менее 0,6 было выявлено сужение дыхательных путей в области корня языка. У 58,33% пациентов без ГГМ и у 61,66% детей с носовым дыханием было выявлено уменьшение LPW. У 29,6% пациентов данных двух групп, уменьшение LPW сочеталось с нормальным значением индекса A/N.

Для оценки возрастных изменений ВДП было проведено сравнение измерений в двух возрастных группах: 7-9 лет и 10-12 лет (таблица 17).

Таблица 17 – Сравнение параметров ВДП по возрасту

Параметр, единицы измерения	7-9 лет, среднее значение $\pm$ SD			10-12 лет, среднее значение $\pm$ SD		
	общее	девочки	мальчики	общее	девочки	мальчики
UPW, мм	13,25 $\pm$ 3,4	12,62 $\pm$ 3,83	14,39 $\pm$ 2,71	17,63 $\pm$ 2,58	17,41 $\pm$ 2,26	17,63 $\pm$ 2,8
MPW, мм	8,72 $\pm$ 2,7	8,80 $\pm$ 2,10	9,08 $\pm$ 2,05	9,41 $\pm$ 2,72	10,28 $\pm$ 2,52	9,04 $\pm$ 2,2
LPW, мм	8,9 $\pm$ 2,1	8,65 $\pm$ 1,92	8,56 $\pm$ 4,40	9,56 $\pm$ 2,78	9,58 $\pm$ 2,28	9,55 $\pm$ 3,06
A/N	0,63 $\pm$ 0,1	0,61 $\pm$ 0,09	0,66 $\pm$ 0,11	0,52 $\pm$ 0,15	0,546 $\pm$ 0,04	0,52 $\pm$ 0,17

По данным ТРГ у 14% детей параметр UPW меньше 10 мм, параметр LPW в 64% случаев меньше 10 мм. У пациентов 10-12 лет не выявлено значение UPW менее 10 мм, в 68% случаев значение LPW было меньше 10 мм. Значение ГГМ и сужения UPW на 15,6% и 18,9% соответственно выше у детей 7-9 лет. По данным анкетирования установлено, что у детей 7-9 лет распространённость ГГМ составила 62,5%. Однако по данным ТРГ при оценке индекса A/N распространённость ГГМ составила 80%. Распространённость ГГМ у детей 10-12 лет и по данным анкетирования и анализа ТРГ составила 15% (рисунок 31).

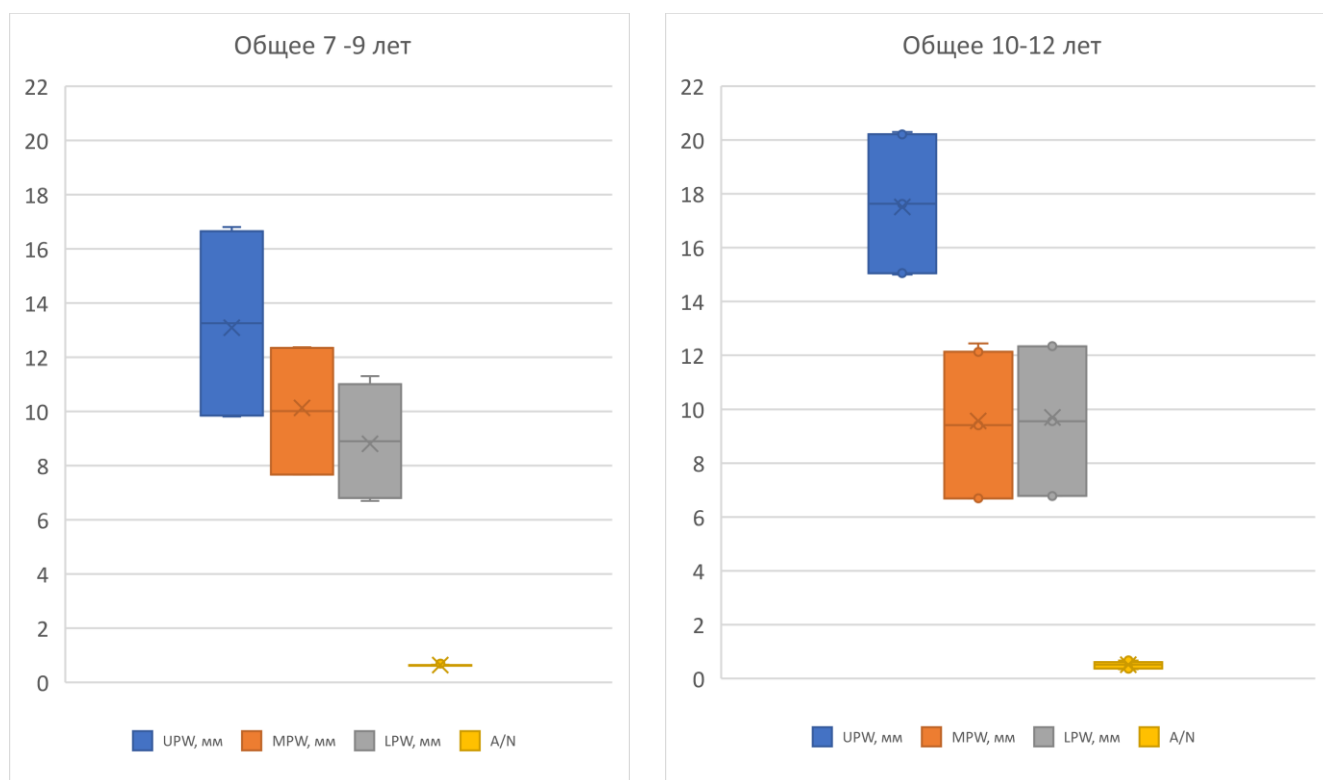


Рисунок 31 – Ящичная диаграмма распределения данных параметров ВДП у детей 10-12 лет и 7-9 лет

ТРГ, как метод исследования ВДП, даёт возможность оценить наличие гипертрофии небных миндалин и вероятной обструкции ротоглотки. Данное исследование имеет клиническое значение только при условии четкой видимости тени небной миндалины, что затруднено ввиду наложения костных и мягкотканых структур. Только у 15 пациентов из 80 удалось оценить размер

небной миндалины, 11 из них имели жалобы на ротовое дыхание (рисунок 32). Таким образом, ТРГ не является надежным методом для оценки состояния небных миндалин.



Рисунок 32 – ТРГ пациента с гипертрофией глоточной и небной миндалин и ротовым дыханием

### 3.6.2.2. Оценка эффективности искусственного интеллекта в анализе верхних дыхательных путей на ТРГ

Цефалогаммы были проанализированы ручным и компьютерным методом с использованием алгоритма искусственного интеллекта программы WebCeph. Оценка рентгенограмм проводилась дважды с перерывом в 2 недели. Были исследованы следующие параметры: UPW, MPW, LPW и A/N Средние значения и показатель стандартного отклонения (S.D.) были вычислены в программе Excel. Коэффициент корреляции Пирсона ( $r$ ) определялся для оценки статистической ошибки. Систематическая погрешность была рассчитана путем парных сравнений измерений с помощью t-критерия. Уровень статистической значимости был установлен на уровне  $p < 0,05$ .

На 50 цефалогаммах были измерены 4 цефалометрических параметра для проведения статистического анализа. В таблице представлена надежность

повторных измерений, выполненных врачом вручную, а также различия между средними значениями для двух методов оценки (таблица 18).

Таблица 18 – Измерения, выполненные стоматологом-ортодонтом и ИИ

Параметр, единицы измерения	Ручная трассировка, n = 50		Трассировка ИИ, n = 50	
	Значение (среднее $\pm$ SD)	r	Значение (среднее $\pm$ SD)	r
UPW, мм	13,05 $\pm$ 3,7	0,96	14,3 $\pm$ 2,58	0,95
MPW, мм	9,62 $\pm$ 3,1	0,95	8,92 $\pm$ 4,5	0,95
LPW, мм	8,93 $\pm$ 4,74	0,92	9,56 $\pm$ 3,85	0,93
A/N	0,64 $\pm$ 0,14	0,95	0,59 $\pm$ 0,11	0,95

Статистически незначимые различия были обнаружены при повторных измерениях UPW, MPW и LPW, выполненных вручную врачом-ортодонтом ( $p < 0,05$ ). При проведении повторных измерений с использованием алгоритма ИИ вариативность данных параметров была меньше для параметров UPW и LPW. Изменчивость различий была отражена в коэффициентах корреляции Пирсона (r). Для ручного и автоматизированного метода оценки рентгенограмм коэффициенты корреляции большинства переменных были 0,95, что указывает на хорошую воспроизводимость этих данных, за исключением параметра LPW ( $p < 0,001$ ). Уменьшение корреляции и более выраженные различия в измерениях могут быть обусловлены сложностью оценки LPW из-за наложения мягкотканых и костных структур (корень языка, миндалина, угол нижней челюсти).

В таблице приведены различия в измерениях между двумя методами с учетом p-value (таблица 19).

Таблица 19 – Различия в измерениях между автоматизированным и ручным методом

Параметр	Различие (среднее $\pm$ SD)	p-value
UPW, мм	13,9 $\pm$ 3,2	<0,05
MPW, мм	9,37 $\pm$ 3,9	<0,05
LPW, мм	9,45 $\pm$ 3,81	<0,07
A/N	0,62 $\pm$ 0,12	<0,05

Различие между средними значениями выборки было небольшим, однако наибольшее различие было выявлено для параметра LPW ( $p < 0,07$ ). Поэтому измерение LPW на ТРГ является менее надежным.

Сравнительный анализ по данным времени, затраченного на проведение расчетов врачом-ортодонтом и ИИ представлен в виде критерия Манна–Уитни. Анализ позволяет сделать вывод, что ИИ двукратно уменьшать время проведения расчета (рисунок 33). При оценке затраченного времени на проведения дыхательного анализа было выявлено преимущество автоматизированного метода с помощью алгоритма ИИ. Использование цифровых технологий уменьшает выполнение диагностических манипуляций в среднем на 3,5-5 минут (в 2 раза).

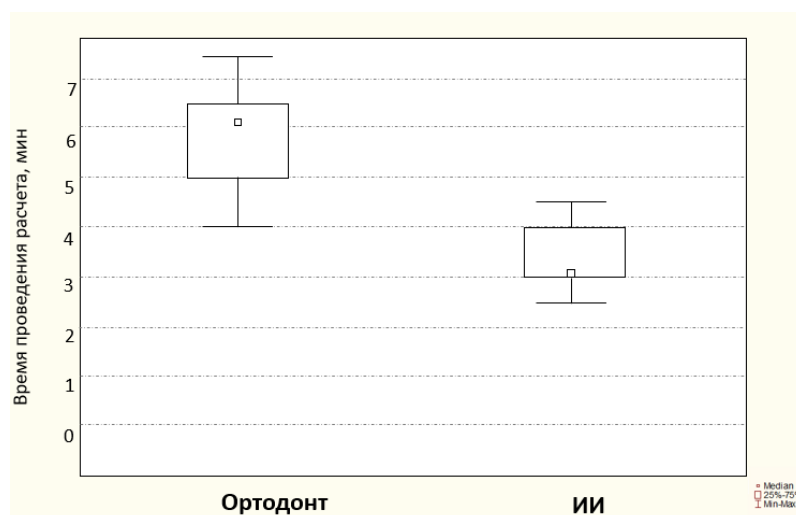


Рисунок 33 – Оценка эффективности ИИ в анализе дыхательных путей на ТРГ

За исключением одного измерения дыхательных путей (LPW), цефалометрический анализ для оценки дыхательных путей был хорошо воспроизводим для ручного и автоматизированного методов ( $p < 0,001$ ). Поскольку различия в измерениях были статистически незначимыми и клинически приемлемыми, то использование технологии ИИ является более предпочтительным ввиду удобства в использовании, экономии времени, снижении влияния человеческого фактора и частоты погрешностей при использовании в клинической практике.

В дополнение к расчету стандартных боковых ТРГ нами были сделаны попытки применения ИИ программы Webserh для цефалометрических анализов реконструктивных ТРГ из КЛКТ. При анализе 10 реформатов ТРГ из КЛКТ в программе Webserh была обнаружена субъективная погрешность в оцифровке изображений, расстановке цефалометрических точек и ориентиров (особенно контуров нижней челюсти, верхних и нижних центральных резцов, первых моляров, переднего края большого затылочного отверстия, наружного слухового отверстия), а также проведении измерений (особенно углов наклона резцов), по сравнению с анализом стандартного снимка ТРГ в боковой проекции (рисунок 34). Это может быть связано со сложностью обработки 3D изображения по сравнению с 2D.

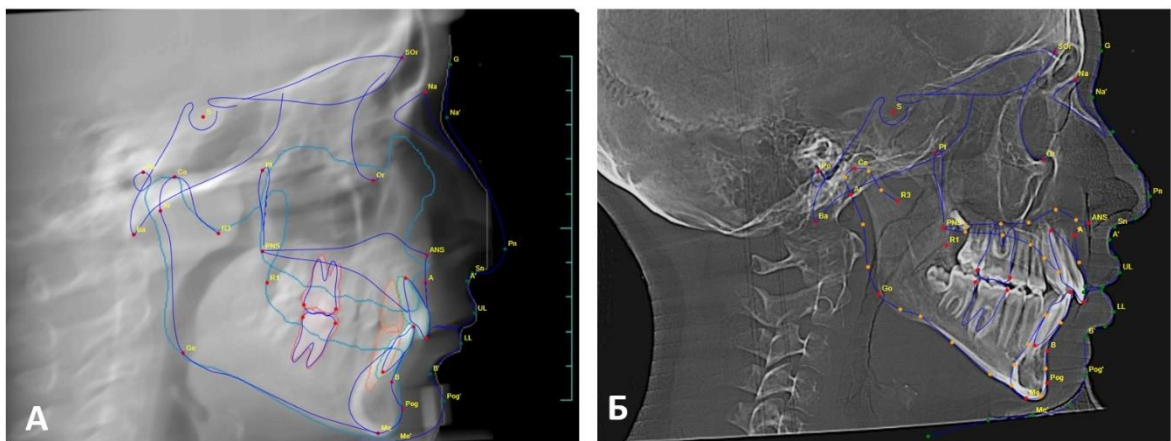


Рисунок 34 – Различия трассировки ИИ на реформатах ТРГ из: А- Diagnostat, Б- Пикассо

Проведенный эксперимент дает основание предположить, что качество и точность работы технологии искусственного интеллекта зависит от особенностей алгоритма глубокого машинного обучения, который позволяет ИИ анализировать различные типы изображений. Технология ИИ не лишена недостатков. Однако в данном случае можно сделать вывод, что для получения точных результатов необходимо соблюдать требования по работе с определенным приложением (например, формат и размер изображения), работающим на основе технологии ИИ. Безусловно на первом этапе тестирования работы ИИ требуется контроль со стороны IT-специалистов, а далее сотрудничество с врачами-клиницистами.



### 3.6.3. КЛКТ исследование

#### 3.6.3.1. Результаты КЛКТ исследования

Результаты анализа КЛКТ показали, что средний рентгенологический размер глоточной миндалины, носоглотки и соотношение A/N у пациентов сравнительной группы (с ГГМ) составили  $14,75 \pm 2,27$  мм,  $21,65 \pm 3,58$  мм и  $0,65 \pm 0,05$  соответственно. Средний рентгенологический размер глоточной миндалины, носоглотки и соотношение A/N у пациентов контрольной группы (без ГГМ) составили  $14,75 \pm 2,27$  мм,  $21,65 \pm 3,58$  мм и  $0,29 \pm 0,1$  мм соответственно. Среднее значение UPW и LPW составило  $12,7 \pm 1,9$  мм и  $9,8 \pm 2,9$  мм для первой группы. Значения UPW и LPW составили  $13,7 \pm 0,4$  мм и  $9,6 \pm 0,2$  мм для второй группы. Среднее значение PASmin составило  $6,75 \pm 2,6$  мм и  $7,6 \pm 2,77$  мм для первой и второй групп соответственно (таблица 20).

Таблица 20 – Сравнение измерений ВДП по данным КЛКТ

Параметр, единицы измерения	Группа, значение $\pm$ SD	
	С ГГМ	Без ГГМ
Размер миндалины (мм)	$15,58 \pm 2,23$	$14,75 \pm 2,17$
Индекс A/N	$0,65 \pm 0,05$	$0,39 \pm 0,6$
Размер носоглотки (мм)	$20,65 \pm 4,8$	$22,73 \pm 3,58$
UPW (мм)	$12,1 \pm 1,9$	$13,7 \pm 0,4$
MPW (мм)	$9,21 \pm 3,34$	$9,3 \pm 2,6$
LPW (мм)	$9,8 \pm 2,9$	$9,6 \pm 0,2$
PASmin / MSLD (мм)	$6,75 \pm 2,6$	$7,6 \pm 2,77$
Total area (см <sup>3</sup> )	$11,45 \pm 3,1$	$14,93 \pm 6,27$
Min area MCSA (мм <sup>2</sup> )	$126,56 \pm 57,27$	$172,27 \pm 80,61$

В исследовании PASmin определяли как наиболее суженное передне-заднее расстояние верхних дыхательных путей. В зарубежных источниках PASmin также называют минимальным сагиттальным линейным измерением (MSLD). Наиболее частыми локализациями PASmin были ротоглотка (63,33%) и гортаноглотка (33,33%). Сужения в ротоглотке были чаще обнаружены на уровне верхушки язычка и середины задней поверхности мягкого неба. Наиболее распространенной локализацией сужения в области гортаноглотки были уровни корня языка и

нижнечелюстного угла. У 10 пациентов из первой группы PASmin располагался в носоглотке на уровне глоточной миндалины.

Цветная 3D-визуализация верхних дыхательных путей на КЛКТ была выполнена с помощью Diagnost. Искусственный интеллект определил общий объем верхних дыхательных путей на уровне от верхней границы (верхнечелюстная плоскость ANS-PNS) до нижней границы (надгортанник) и минимальную площадь поперечного сечения (MCSA). Наиболее частыми локализациями MCSA были ротоглотка (76,66%) и гортаноглотка (23,33%). Значение MCSA было меньше у пациентов с ГГМ ( $p<0,05$ ).

Было выполнено наложение автоматического и ручного расчета верхних дыхательных путей (рисунок 35).

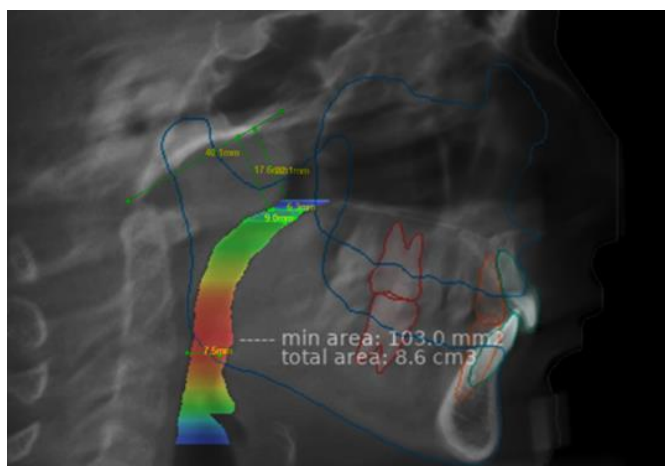


Рисунок 35 – Суперимпозиция автоматического и ручного расчета ВДП, выполненная в Webceph и Diagnost

Надежность соответствия между двумя методами составила 93,3% ( $p<0,05$ ). Наиболее часто цветовая визуализация в носоглотке была синей или зеленой, что соответствует объему до  $300-360\text{cm}^3$ , в том числе у пациентов с гипертрофией глоточной миндалины. Тяжелая степень и средняя степень сужения наблюдались у 44,5% и 49,5% пациентов соответственно.

Было обнаружено 2 особых клинических случая. У двух пациентов из 1-й и 2-й группы цветовая визуализация MCSA и PASmin, выполненная искусственным интеллектом, не совпадала с клиническими и рентгенологическими данными. У одного пациента из 2 группы не был поставлен диагноз гипертрофии глоточной

миндалины, и ИИ определил объем верхних дыхательных путей до верхней границы носоглотки (основание черепа). MCSA было определено под основанием клиновидной кости (рисунок 36). Однако локализация PAsmin при расчете вручную была определена на уровне корня языка и угла нижней челюсти.

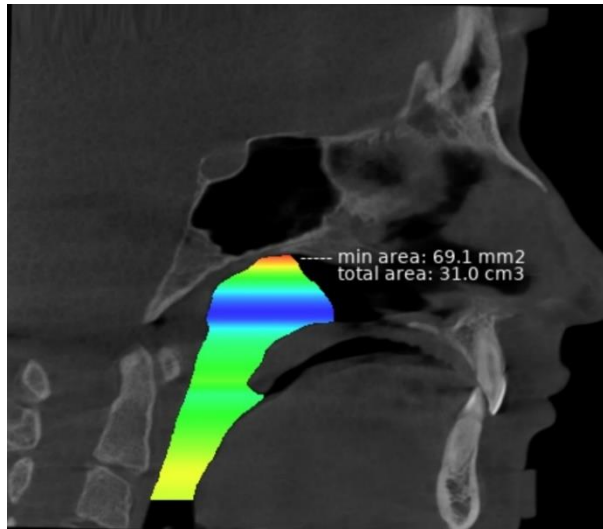


Рисунок 36 – Определение MCSA у пациента без ГТМ

У другого пациента из группы с положительным ЛОР-анамнезом была выраженная гипертрофия глоточной миндалины ( $A/N = 0,83$ ). Было отмечено, что у пациента с гипертрофией глоточной миндалины 2-й рентгенологической степени искусственный интеллект не определил сужение или наличие патологии в носоглотке, при этом индекс  $A/N$  был равен 0,78 (рисунок 37).

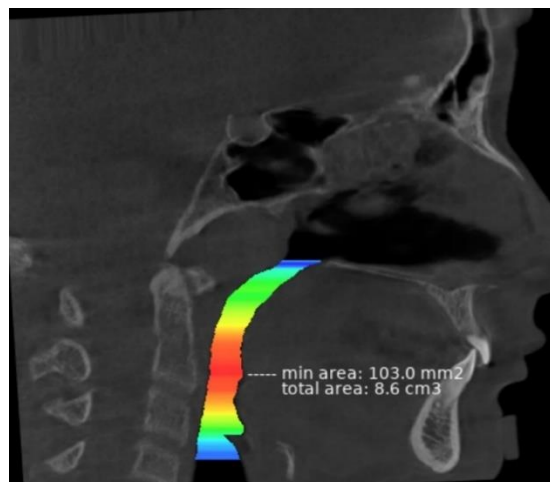


Рисунок 37 – Визуализация дыхательных путей у ребенка с 2-й степенью гипертрофии глоточной миндалины, выполненная в программе Diagnostat

Уменьшение значений сагиттальных размеров носоглотки UPW и ротоглотки MPW у детей с ГГМ и ротовым дыханием было определено до проведения лечения, значения статистически значимо отличались от данных в группе детей без ГГМ и с носовым дыханием ( $p < 0,05$ ). У пациентов с ГГМ и ротовым дыханием параметр UPW составил  $10,8 \pm 1,52$  мм и  $10,9 \pm 2,2$  мм соответственно. У пациентов без ГГМ и с носовым дыханием  $13,38 \pm 2,6$  мм и  $13,18 \pm 2,6$  мм соответственно. У пациентов с ГГМ и ротовым дыханием параметр MPW составил  $9,83 \pm 0,95$  мм и  $9,4 \pm 2,45$  мм соответственно. У пациентов без ГГМ и с носовым дыханием  $11,37 \pm 2,4$  мм и  $10,18 \pm 1,8$  мм соответственно. Данные результаты свидетельствовали о значительном сужении просвета ротоглотки на уровне угла нижней челюсти и носоглотки в области проекции твёрдого неба в сагиттальном направлении у пациентов с ЛОР-анамнезов и клиническим проявление в виде ротового дыхания.

Согласно статистическому анализу, коэффициент корреляции Пирсона между PASmin и MCSA составил 0,289 и 0,338 для группы с ГГМ и без ГГМ соответственно. Положительная корреляция между PASmin на 2-мерных реконструированных боковых цефалограммах и MCSA на КЛКТ подтвердила взаимосвязь между этими параметрами ( $p < 0,05$ ). Коэффициент корреляции Пирсона между отношением A/N и общей площадью дыхательных путей составил -0,20 и -0,44 для первой и второй групп соответственно. Отрицательная корреляция между этими параметрами указывает на то, что гипертрофия глоточной миндалины влияет на уменьшение общего объема дыхательных путей.

На основании полученных данных по КЛКТ и ТРГ в боковой проекции был сформулирован вывод о влиянии гипертрофии глоточной миндалины на изменение нормальных скелетных и челюстных параметров, на изменение положения головы и шейного отдела позвоночного столба. У обследованных пациентов изменение типа дыхания происходит по причине сужения просвета носоглотки. Длительно сохраняющийся в процессе роста ребенка ротовой тип дыхания приводит к развитию ЗЧА.

### **3.6.3.3. Оценка эффективности алгоритма и искусственного интеллекта в анализе КЛКТ**

В исследовании при оценке визуализации объема дыхательных путей с помощью искусственного интеллекта на примере программы Diagnocat было отмечено, что у пациентов с гипертрофией глоточной миндалины 3 степени искусственный интеллект не определил сужение или наличие патологии в области носоглотки.

Таким образом, в диагностике состояния ВДП не следует полагаться только на цветовую шкалу визуализации, предложенную программой, необходимо проводить расчеты, позволяющие объективно оценивать состояние дыхательных путей. Цветовая визуализация ВДП, выполненная искусственным интеллектом, не является основанием для постановки точного клинического диагноза, а служит источником дополнительной информации о состоянии ВДП. Данный анализ помогает врачу-стоматологу заподозрить наличие патологии, обратить внимание на определенные области и оценить прогностические критерии. Цветовая визуализация скорее необходима для демонстрации клинической ситуации врачам-коллегам, пациентам или их родителям. Также это может быть использовано в качестве инструмента для мотивации пациентов к лечению или направления к смежным специалистам.

Автоматический протокол рентгенологической оценки с использованием технологии искусственного интеллекта, которая применялась в рамках данного исследования, предоставил высокие возможности для визуализации пространства дыхательных путей, определения общего и минимального объемов. Определение местоположения и величины наименьшего размера дыхательных путей может быть полезно при скрининге и планировании лечения пациентов с гипертрофией глоточной миндалины, ротовым дыханием.

Однако возможность визуализировать сужение в области гипертрофии глоточной миндалины была низкая. Искусственный интеллект программы Diagnocat не выявил умеренной или тяжелой рентгенологической степени

гипертрофии глоточной миндалины по сравнению с ручной 2D оценкой реформатов ТРГ. ИИ не указал на наличие 2 или 3 рентгенологической степени гипертрофии аденоидов у пациентов. Эта важная диагностическая информация может иметь решающее значение для планирования лечения и получения стабильных результатов. Положительная корреляция (0,7) между параметрами PASmin (MSLD) на 2D реформатах и MCSA на 3D КЛКТ подтвердила клиническую надежность использования метода для оценки линейного и объёмного сужения верхних дыхательных путей ( $p < 0,05$ ).

### **3.7. Взаимосвязь оториноларингологического анамнеза, типа дыхания и окклюзии с состоянием верхних дыхательных путей и постурой**

В процессе исследования не было обнаружено статистически значимых различий между мальчиками и девочками в определении частоты встречаемости различными аномалий прикуса, гипертрофии глоточной миндалины, нарушений дыхания и постуры. Полученные значения были статистически значимыми ( $p < 0,05$ ).

Коэффициент корреляции Пирсона использовался для выявления взаимосвязей между различными участками верхних дыхательных путей и возрастными группами. При оценке состояния верхних дыхательных путей диагностический поиск направлен преимущественно на выявление обструктивных причин. Было установлено, что размер глоточной миндалины отрицательно коррелирует с сагиттальным размером носоглотки у пациентов всех 4 групп вне зависимости от возраста ( $p < 0,05$ ). Это доказывает этиологическую роль гипертрофии глоточной миндалины в развитии обструкции ВДП и формировании ротового дыхания.

При сравнении типов окклюзии и роста лицевого скелета черепа не было обнаружено взаимосвязей между формированием вертикальной резцовой дизокклюзии, вертикализации роста челюстей и развития долихоцефалического

строения лица ( $p < 0,05$ ). Нами выявлена положительная корреляция (0,7) между наличием гипертрофии глоточной миндалины, ротовым дыханием и развитием дистального глубокого прикуса вне зависимости от возраста пациентов.

Положение головы достоверно различалось у пациентов с ротовым и носовым дыханием. Отрицательная корреляция (-0,51) была выявлена между параметрами положения головы и линейным размером носоглотки и ротоглотки. Более выраженное запрокидывание головы назад, которое обеспечивает повышение проходимости воздушного потока, было выявлено у пациентов с уменьшенными сагиттальными параметрами ВДП на уровне мягкого неба и корня языка.

При анализе взаимосвязи между положением головы и шеи с характеристиками ВДП было выявлено незначительное увеличение показателей краниоцервикального угла и шейного лордоза у детей с ротовым типом дыхания ( $p < 0,05$ ). Результаты подтверждают имеющиеся данные в литературе, что при нарушении нормального паттерна дыхания и развитии назальной обструкции происходит патологическая адаптация позы для обеспечения нормального прохождения потока воздуха через верхние дыхательные пути. Было установлено, что режим дыхания может косвенно влиять на черепно-лицевую морфологию через изменение положения головы.

Привычное ротовое дыхание оказывает негативное влияние не только на формирование структур ЧЛЮ, но и на развитие патологии со стороны различных органов и систем [66, 70, 122]. Проанализировав данные литературы о влиянии ротового типа дыхания и его взаимосвязи с развитием патологии других органов и систем, мы пришли к выводам, что авторы многих исследований недостаточно полно описывают общие и местные изменения, к которым приводит привычное ротовое дыхание, нет обобщенной информации по анализу механизмов влияния ротового типа дыхания. Также авторы многих научных работ недостаточно акцентируют внимание на взаимосвязь состояния ВДП, типа дыхания и окклюзии, а также позы на развитие и формирование структур ЧЛЮ и других органов

Данные клинического исследования пациентов в нашей работе подтверждают тот факт, что гипертрофия глоточной миндалины и тип дыхания имеют куда более широкий спектр воздействия на организм, в том числе, влияют на положение головы и шеи.

В ходе анализа литературных данных было выявлено, что ротовое дыхание приводит к изменениям не только со стороны ЧЛЮ, но и влияет на различные системы органов (опорно-двигательную, дыхательную, пищеварительную). Также ротовое дыхание влияет на когнитивные способности у детей, формирование речи, социализацию. Из-за сложных взаимодействий иногда бывает трудно установить причинно-следственную связь между различными факторами. К тому же некоторые факторы, которые могут рассматриваться в качестве причин, далее будут обсуждаться как последствия. Вероятно, в этом заключается выражение взаимодействия и задействованных механизмов положительной обратной связи. С этой целью впервые была разработана схема состояний, ассоциированных с привычным ротовым дыханием, которая наиболее комплексно отражает все аспекты причинно-следственной связи и влияния данной патологии на организм. Данную схему можно использовать не только в клинической практике, но и в образовательном процессе студентов и ординаторов (рисунок 38).

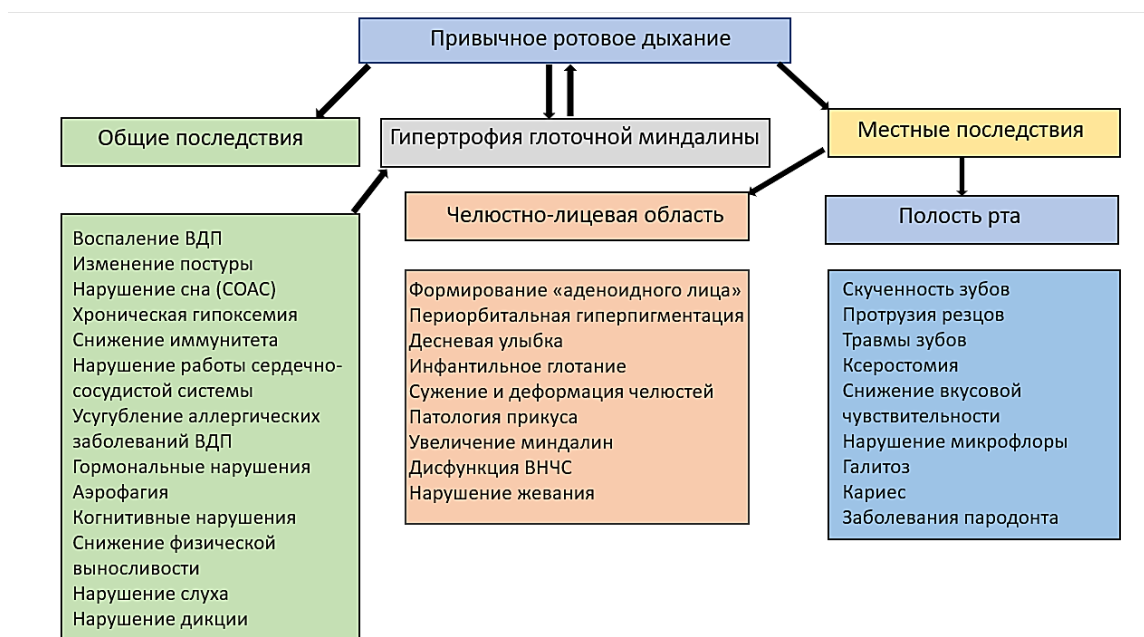


Рисунок 38 – Рисунок механизмов влияния ротового типа дыхания



Анализ клинико-рентгенологических данных позволяет сделать вывод о влиянии гипертрофии глоточной миндалины и привычного ротового дыхания на состояние верхних дыхательных путей и постануры и наличие взаимосвязи между перечисленными патологическими состояниями (рисунок 39).

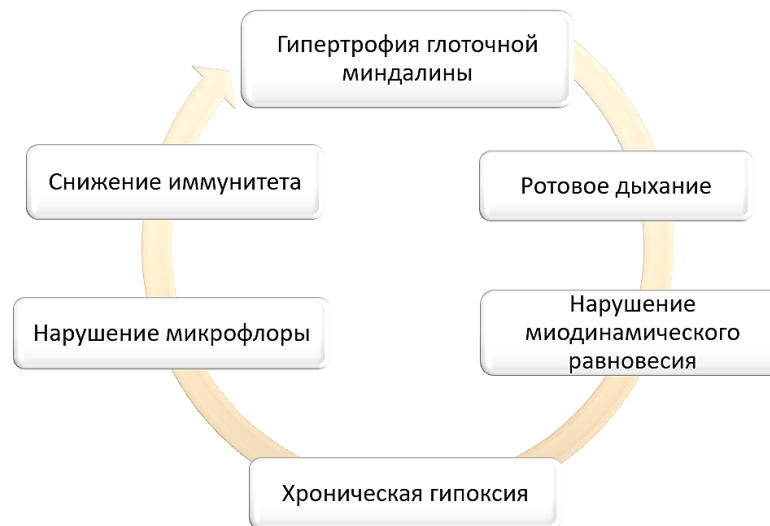


Рисунок 39 – Рисунок развития и взаимосвязи состояний, ассоциированных с хроническим ротовым дыханием

Привычка ротового дыхания в зависимости от причинных факторов может иметь несколько типов: назальная (этиология – обструкция ВДП), окклюзионная (этиология – нарушения прикуса), миофункциональная (хроническая привычка, обусловленная нарушением мышечного тонуса при отсутствии назальной обструкции и выраженных аномалиях прикуса). Таким образом, изменения, связанные с привычным ротовым дыханием и являющиеся адаптацией к нарушению функции, приводят к развитию патологии не только со стороны черепно-лицевых структур, но и других органов и систем. Поэтому лечение данной категории пациентов рекомендовано проводить в многопрофильной команде специалистов для оказания комплексной медицинской помощи.

### 3.8. Клинические примеры

В исследовательской работе представлены клинические случаи, демонстрирующие изменения морфологии зубочелюстной системы, верхних дыхательных путей и поструральных характеристик у пациентов с ГГМ и ротовом дыханием.

Мама пациентки А., 11 лет, обратилась за консультацией к врачу-ортодонту с эстетическими жалобами на нарушение положения передних зубов на верхней челюсти (рисунок 40).

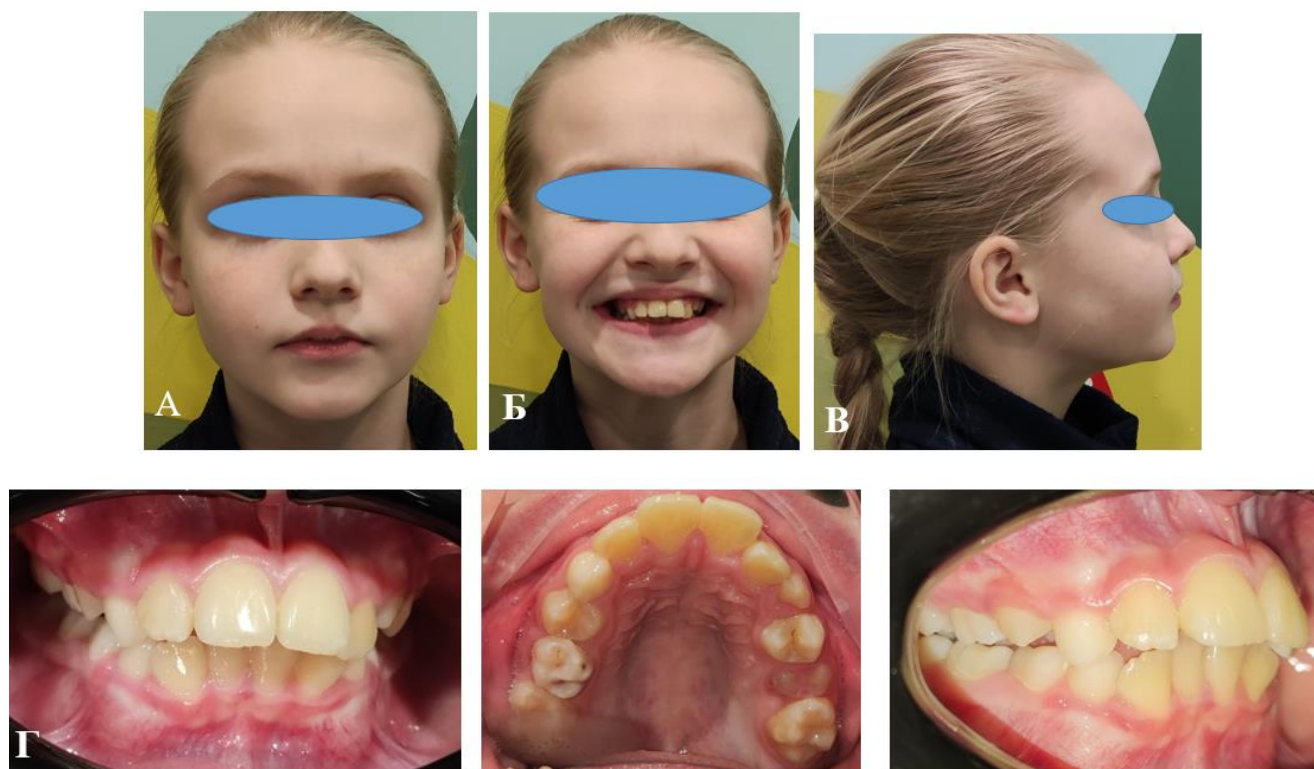


Рисунок 40 — Клинический пример № 1. Пациентка А., 11 лет, фотопротокол  
 А – Лицевые признаки: вялость мимики, сглаженность носогубных складок, сужение переносицы, Б – Сужение верхней челюсти, протрузия и скученность верхних резцов, В– Профиль выпуклый, напряжение губ при смыкании, ретрогнатия нижней челюсти, Г– Сужение верхней челюсти, скученность резцов, дефицит места для прорезывания верхних клыков, протрузия резцов верхней челюсти

Анамнез: наличие ЛОР-патологии отрицает, ранее у оториноларинголога не консультировались, наблюдается нарушение смыкание губ в покое в дневное

время, ротовое дыхание у ребенка мама наблюдает в дневное время и периодически во время сна.

На контрольно-диагностических моделях зубных рядов было выявлено сужение верхнего и нижнего зубного ряда, удлинение переднего отдела верхней челюсти. По данным ОПТГ диагностирован дефицит места для прорезывания постоянных зубов, особенно в области зачатков постоянных клыков, конвергенция корней постоянных резцов на верхней челюсти (рисунок 41, А). Сужение носовых дыхательных путей. Б) По расчетам ТРГ:  $\angle SNA=81,5^\circ$ ,  $\angle SNB=76,8^\circ$ ,  $\angle ANB=4,7^\circ$ ,  $\angle SN-MP=33,2^\circ$ ,  $\angle SN-NL=8,9^\circ$ ,  $\angle I-SN=122,5^\circ$ ,  $\angle i-MP=97,3^\circ$ ,  $\angle Ii=134,2^\circ$ , UPW=6,7 мм, LPW=10,4 мм, PASmin=4,5 мм, A/N ratio=0,81 (гипертрофия глоточной миндалины 3 рентгенологической степени),  $\angle NSL/VER=93,7^\circ$ ,  $\angle OPT/NSL=94,5^\circ$ ,  $\angle CVT/NSL=93,4^\circ$ ,  $\angle EVT/CVT=6,8^\circ$  (рисунок 41, Б).

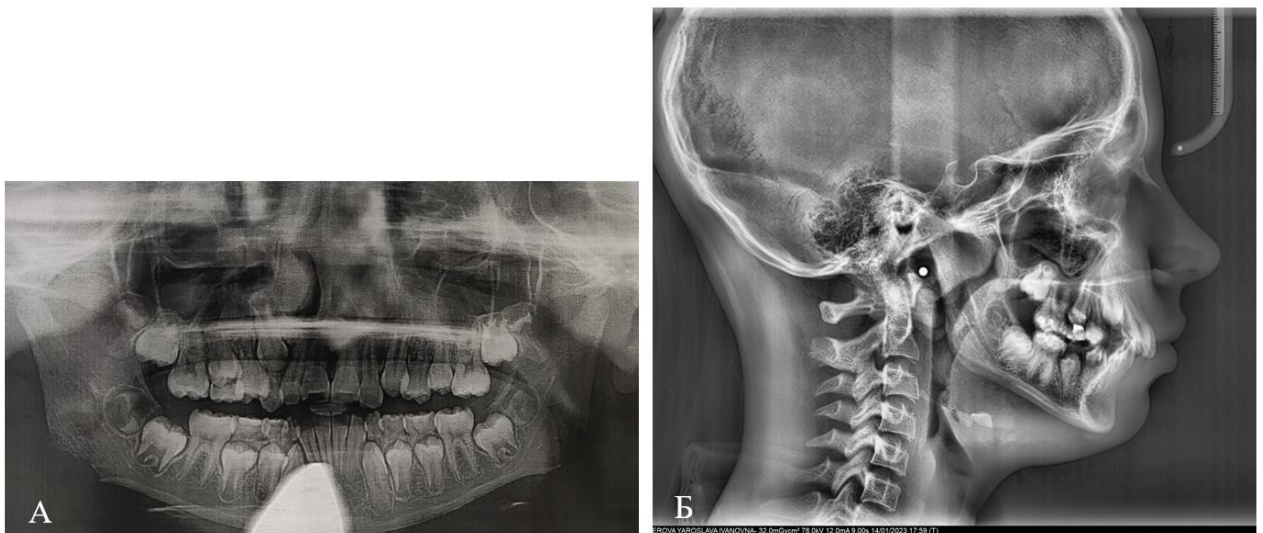


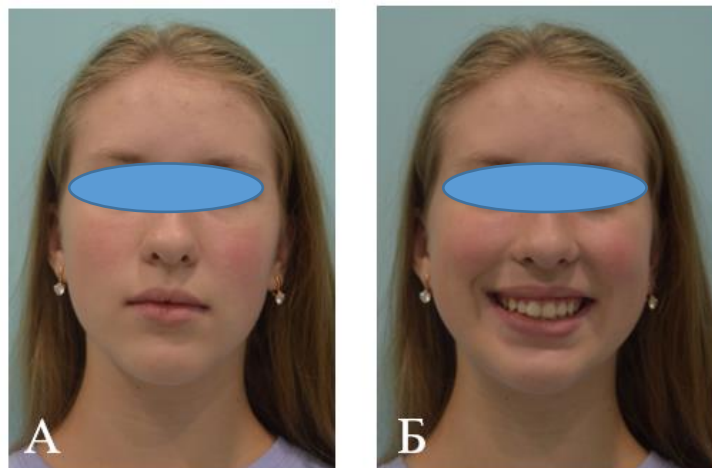
Рисунок 41— Рентгенологическое исследование. А – ОПТГ, Б – ТРГ в боковой проекции

Анализируя данные анамнеза и клинического исследования, сравнивая полученные результаты с данными ТРГ, можно установить причины отсутствия смыкания губ и ротового дыхания, а также патологии прикуса. Причиной данных проблем является гипертрофия глоточной миндалины, выявленная на ТРГ, протрузия резцов верхней челюсти, поддерживающая положение губ в несомкнутом состоянии и ротовое дыхание. При этом на момент осмотра мама

пациентки не знала о наличии ЛОР-патологии у своего ребенка. Таким образом, при ортодонтическом лечении пациентки с использованием расширяющих аппаратов в долгосрочной перспективе результат лечения будет нестабильным и есть риск развития рецидива по причине отсутствия коррекции этиологического фактора. Выявление патологии с помощью модифицированного цефалометрического анализа еще раз подчеркивает необходимость междисциплинарного подхода в лечении пациентов с сопутствующей патологией.

Планирование лечения данного пациента выглядело следующим образом: 1) консультация оториноларинголога; 2) ортодонтическое лечение расширяющими аппаратами на ВЧ и НЧ; 3) коррекция дистального прикуса функциональным аппаратом; 4) миофункциональное лечение направленное на нормализацию мышечного тонуса (консультация логопеда); 5) ретенционный период (возможно использование того же миофункционального аппарата как на 4 этапе.

В другом клиническом случае мама пациентки и пациентка И., 12 лет, обратились на консультацию к врачу-ортодонт по поводу нарушения положения зубов (рисунок 42). Анамнез: аденотомия в 6 лет, далее у оториноларинголога не наблюдались, жалобы на ротовое дыхание отсутствуют.



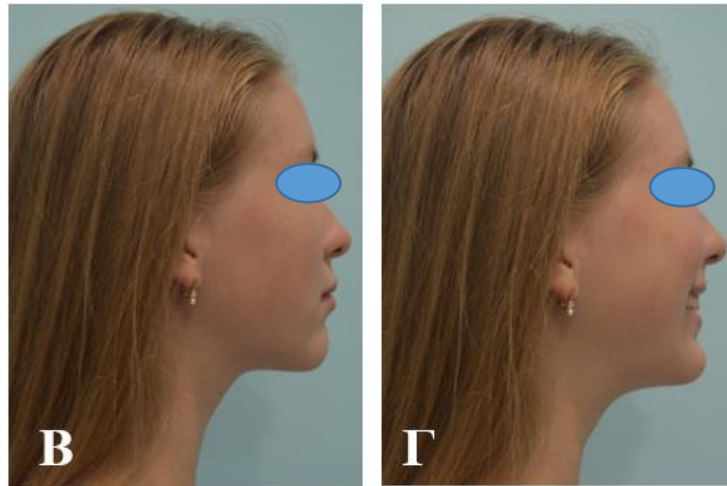


Рисунок 42— Клинический пример №2. Пациентка И., 12 лет, фотопротокол А – Лицевые признаки: сглаженность носогубных складок, сужение переносицы. Б– Сужение верхней челюсти, десневая улыбка, наклон окклюзионной плоскости ВЧ. В–Профиль прямой. Г– Ретрузия резцов ВЧ.

При оценке зубных рядов было выявлено незначительное уменьшение их ширины, скученность резцов на обеих челюстях, глубокое резцовое перекрытие за счет гиперэкструзии нижних резцов, несовпадение межрезцовых линий (рисунок 43).



Рисунок 43 — Внутриротовые фотографии. А – окклюзия зубных рядов во фронтальном отделе, Б – окклюзия зубных рядов справа, В – окклюзионная фотография верхней челюсти, Г – окклюзионная фотография нижней челюсти

Анализируя данные КЛКТ, было обнаружено сужение ВДП на уровне мягкого неба (MPW=8,3 мм), UPW=13,4 мм, LPW=129 мм (рисунок 44). Не наблюдалось инволюции аденоидной ткани на ТРГ, индекс A/N=0,65 (гипертрофия глоточной миндалины 1 рентгенологической степени).

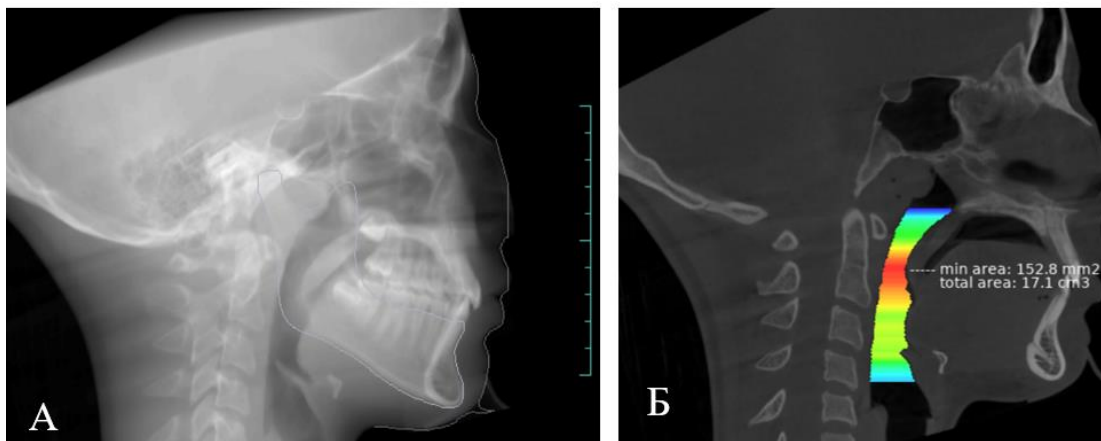


Рисунок 44 — Рентгенологическое исследование. А – боковая ТРГ из КЛКТ, Б – визуализация дыхательных путей в Diagnocat

На основании данных анамнеза, клинического и рентгенологического исследования, можно сделать вывод, что даже после проведения аденотомии в раннем детском возрасте пациентам рекомендуется проходить профилактические осмотры у оториноларинголога, так как возможен рецидив после операции. В детском возрасте сопутствующая патология значительно влияет на рост и развитие ЧЛЮ. В данном случае у пациентки гипертрофия глоточной миндалины может быть причиной сужения челюстей, скученности и глубокого прикуса с развитием десневой улыбки. План лечения пациентки помимо ортодонтического лечения на брекет-системе включал консультацию оториноларинголога.

В следующем клиническом примере мама пациентки и пациентка С., 9 лет, обратились за консультацией к врачу-ортодонт с эстетическими жалобами на неровное положения передних верхних зубов (рисунок 45).



Рисунок 45 — Клинический пример № 3. Пациентка С., 9 лет, внеротовые фотографии. А – углубление подбородочной складки, Б– Сужение верхней челюсти, В – Протрузия резцов верхней челюсти, Г– Профиль выпуклый.

Анамнез: аденотомия в возрасте 4 лет, последнее посещение оториноларинголога в возрасте 7 лет, оториноларинголог на консультацию к ортодонту не направлял. Мама наблюдала периодическое нарушение смыкания губ в покое и ротовое дыхание в дневное и ночное время. При анализе данных фотопротокола было выявлено: А) Лицевые признаки: вялость мимики, сглаженность носогубных складок, выраженная надподбородочная складка. Б) Сужение верхней челюсти, диастема на верхней челюсти. В) Протрузия резцов верхней челюсти. Г) Профиль выпуклый, выступающая вперед верхняя губа, дистальное положение нижней челюсти.

На внутриротовых фотографиях диагностирован дистальный прикус, сагиттальная резцовая дизокклюзия, выраженная протрузия резцов ВЧ, прокладывание языка при глотании. При анализе клинико-рентгенологических данных не было выявлено показаний к активному расширению верхней и нижней челюсти в связи с отсутствием скелетного сужения челюстей (рисунок 46).



Рисунок 46 — Внутриротовые фотографии. А – окклюзия зубных рядов во фронтальном отделе, Б – окклюзия зубных рядов слева, В – окклюзионная фотография верхней челюсти, Г – окклюзионная фотография нижней челюсти

При анализе параметров контрольно-диагностических моделей установлено сужение обеих челюстей на 1 мм, удлинение переднего отдела верхней челюсти. А) На ОПТГ наблюдается незначительный дефицит места для прорезывания постоянных зубов, особенно клыков, конвергенция корней верхних постоянных резцов. Б) По расчетам ТРГ:  $\angle SNA=80,37^\circ$ ,  $\angle SNB=77,61^\circ$ ,  $\angle ANB= 2,76^\circ$ ,  $\angle SN-MP=30,56^\circ$ ,  $\angle SN-NL = 7,57^\circ$ ,  $\angle I-SN=118,8^\circ$ ,  $\angle i-MP=94,91^\circ$ ,  $\angle Ii=116,73^\circ$ ,  $UPW=10,2$  мм,  $LPW=9,1$  мм,  $PASmin=7,1$  мм,  $A/N \text{ ratio}=0,66$  (гипертрофия глоточной миндалины 2 рентгенологической степени),  $\angle NSL/VER=92,5$ ,  $\angle OPT/NSL = 94,8^\circ$ ,  $\angle CVT/NSL= 92,4^\circ$ ,  $\angle EVT/CVT= 2,25^\circ$  (рисунок 47).



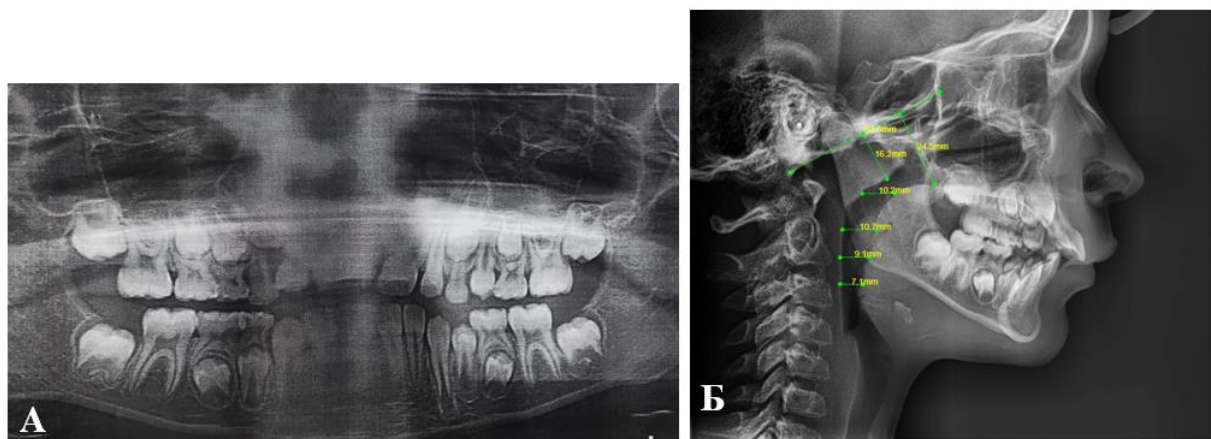


Рисунок 47 — Рентгенологическое исследование. А– ОПТГ, Б – анализ верхних дыхательных путей на ТРГ в боковой проекции

Анализируя данные анамнеза и клинического исследования, сравнивая полученные результаты с данными ТРГ, была выявлена этиология нарушения смыкания губ в состоянии покоя и ротового дыхания, а также патологии прикуса. Причиной данных проблем является гипертрофия глоточной миндалины 2 рентгенологической степени, выявленная по данным ТРГ, выраженная протрузия резцов верхней челюсти, поддерживающая нарушение смыкания круговой мышцы рта в покое и ротовое дыхание. При этом пациент перенес аденотомию в раннем детском возрасте. Таким образом, проведение хирургического вмешательства не способствует саморегуляции носового дыхания и зубочелюстной аномалии у детей с ротовым дыханием на фоне гипертрофии глоточной миндалины. Наличие данной патологии обуславливает необходимость консультирования пациента у врача-ортодонта с последующим проведением ортодонтической коррекции, которая будет направлена на устранение миофункциональных нарушений и создание условий для формирования физиологического прикуса.

При ортодонтическом лечении пациентки с использованием ортодонтических аппаратов в долгосрочной перспективе результат лечения будет нестабильным и есть риск развития рецидива по причине неустранения этиологических факторов: гипертрофии глоточной миндалины и ротового дыхания. Выявленный рецидив после аденотомии и анализ состояния ВДП с помощью разработанного цефалометрического анализа еще раз подчеркивает

необходимость междисциплинарного подхода в раннем лечении пациентов с сопутствующей ЛОР-патологией.

Планирование лечения данного пациента выглядело следующим образом: 1) консультация оториноларинголога; 2) ортодонтическое лечение с использованием аппарата Френкеля для коррекции дистального прикуса, устранения протрузии резцов верхней челюсти, коррекции миофункциональных нарушений направленное на нормализацию мышечного тонуса; 5) ретенционный период (возможно использование того же миофункционального аппарата как на 2 этапе либо подбор LM-активатора). Лечение съёмными аппаратами при их круглосуточном использовании помогает достичь хороших результатов за меньшие сроки. На примере данной пациентки отмечена положительная динамика лечения после 3 месяцев постоянного использования аппарата (рисунок 48).

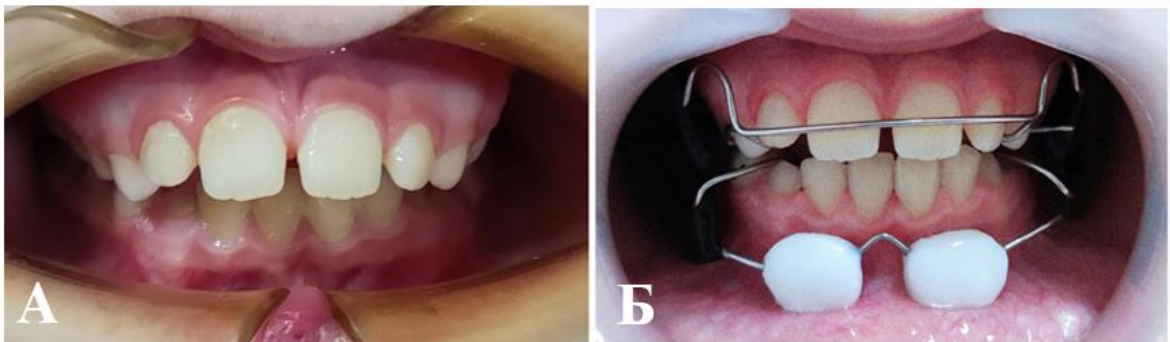


Рисунок 48 — Ортодонтическое лечение аппаратом Френкеля. А– положение нижней челюсти без аппарата, Б– припасовка аппарата в полости рта.

Через 4 месяца родители пациента отметили положительную динамику лечения, так как во время сна и в дневное время ребенок удерживал губы с сомкнутым положением, когда не пользовался аппаратом. Через 8 месяцев лечения на аппарате Френкеля 2 типа выявлено значительное уменьшение сагиттальной щели, протрузии верхних резцов (рисунок 49).

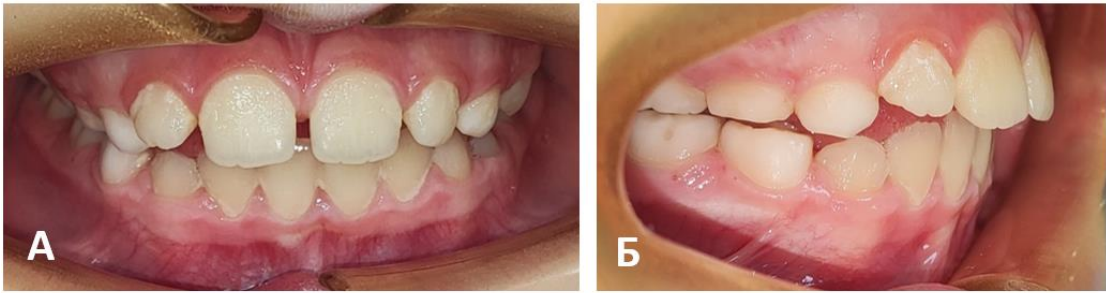


Рисунок 49 — Положительная динамика после ношения аппарата Френкеля. А – выдвигание нижней челюсти вперед, Б – уменьшение протрузии верхних резцов.

Далее был назначен миофункциональный аппарат ЛМ-активатор № 50, низкая, короткая модель (рисунок 50).



Рисунок 50 — ЛМ-активатор в полости рта пациента

### **3.9. Оптимизация планирования лечения и маршрутизации пациентов с гипертрофией глоточной миндалины и ротовым дыханием**

На основании полученных результатов нами был разработан диагностико-тактический алгоритм для ведения пациентов детского возраста с гипертрофией глоточной миндалины и ротовым дыханием (рисунок 51). Для оказания комплексной медицинской помощи рекомендована следующая тактика для врачей-ортодонт, к которым родители и пациенты первично обращаются за консультацией.

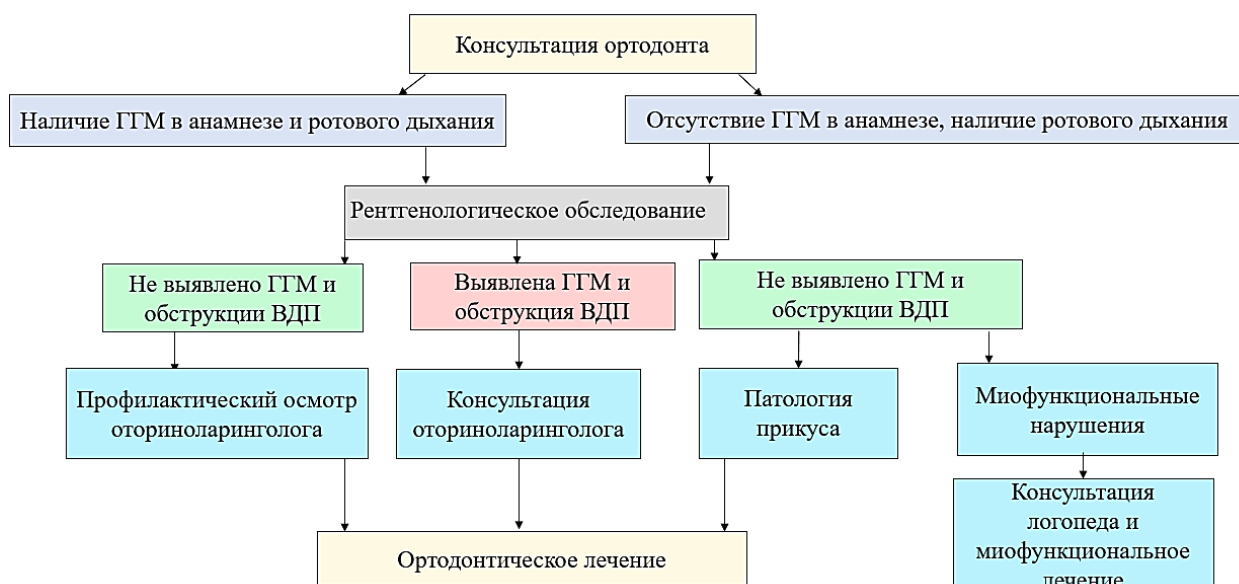


Рисунок 51 — Диагностико-тактический алгоритм ведения пациентов с гипертрофией глоточной миндалины и ротовым дыханием

При первичном обращении за консультацией к врачу-ортодонт особое внимание при сборе жалоб и анамнеза уделяется информации о ЛОР-статусе (наличие гипертрофии глоточной миндалины, ротового дыхания, проблем с прикусом, произношением звуков, длительность патологий, последнее посещение оториноларинголога, тактика оториноларингологического лечения, проведение аденотомии). При наличии у пациентов гипертрофии глоточной миндалины по данным анамнеза и последующим подтверждением ЛОР-статуса по данным рентгенологического исследования рекомендована повторная консультация оториноларинголога, если пациент проходил обследование более года назад.

При оценке индекса A/N у всех 80 пациентов распространённость гипертрофии глоточной миндалины составила 77,5%, что на 27,5% выше по сравнению с результатами анкетирования. Поскольку по результатам исследования гипертрофия глоточной миндалины 1 и 2 рентгенологической степени являлась «случайной рентгенологической находкой» у 55% пациентов (22 пациента из 40) без ЛОР-анамнеза по данным анкетирования ( $p < 0,05$ ), то при обнаружении гипертрофии глоточной миндалины с применением разработанного алгоритма, необходимо направить пациента на консультацию к ЛОР-специалисту.

При оценке индекса A/N у всех пациентов распространённость гипертрофии составила 77,5%, что на 27,5% выше по сравнению с результатами анкетирования.

Значение ГГМ и сужения UPW на 15,6% и 18,9% соответственно выше в возрастной группе 7-9 лет ( $p < 0,05$ ). Выявленные различия, рассчитанные по критерию Манна-Уитни, между группами пациентов без ГГМ и с ГГМ были статистически достоверными ( $p < 0,05$ ).

Наличие подозрений на сопутствующую патологию, влияющую на тактику лечения, результат и прогноз, является абсолютным показанием для направления к смежному специалисту. Обнаружение явной гипертрофии глоточной миндалины по данным рентгенологического исследования является хорошим инструментом мотивации родителей пациентов для обращения к оториноларингологу. Необходимо дополнительно информировать родителей пациентов о причинах и последствиях гипертрофии глоточной миндалины и ротового дыхания, объяснять важность и необходимость лечения и профилактики данных патологий. Врачам-ортодонтам рекомендуется проинструктировать родителей о необходимости наличия данных рентгенологического исследования при направлении на консультацию к оториноларингологу, так как эти данные могут потребоваться для уточнения диагноза. Таким образом, минимизируется необходимость повторного проведения рентгенологического исследования уже по назначениям оториноларинголога.

При наличии у пациентов миофункциональных и логопедических нарушений, помимо вмешательства со стороны ортодонта, может потребоваться логопедическое или миофункциональное лечение, что также обуславливает необходимость направления пациентов на консультацию к логопеду.

Схема планирования ортодонтического лечения у пациентов с ротовым дыханием и гипертрофией глоточной миндалины, позволяющая оптимизировать тактику и улучшить результаты лечения, обоснована результатами проведенного исследования (рисунок 52). Решение вопроса о методах и сроках ортодонтического лечения необходимо принимать после консультации и осмотра пациентов оториноларингологом, логопедом по показаниям. Проводить ортодонтическое лечение у пациентов с ротовым дыханием и гипертрофией

глочной миндалины лучше несъёмными аппаратами или аппаратами дневного ношения.



Рисунок 52 — Схема планирования ортодонтического лечения у пациентов с ротовым дыханием и гипертрофией глоточной миндалины

## Глава 4. Обсуждение полученных результатов и заключение

### 4.1. Обсуждение результатов

На сегодняшний день решение вопросов ранней диагностики и лечения ЗЧА у детей с сопутствующей ЛОР-патологией является актуальным [2, 18, 21, 24, 43, 104]. Разработка индивидуального и комплексного подхода в диагностике и планировании лечения аномалий окклюзии у детей с гипертрофией глоточной миндалины и хроническим ротовым дыханием представляет особый интерес. Своевременное восстановление носового дыхания и одновременное проведение ортодонтической коррекции способствуют значительному улучшению эстетических и функциональных характеристик [57, 66, 103, 105, 108]. По мнению некоторых авторов, при нормализации носового дыхания некоторые изменения ЧЛО могут восстанавливаться. Восстановление носового дыхания ведет к нормализации положения головы, развитию челюстей, улучшению лицевых параметров [96]. Но в настоящее время в отечественной и зарубежной литературе крайне мало обобщенных данных о влиянии ротового дыхания и гипертрофии глоточной миндалины, их взаимосвязи с состоянием ЧЛО и организма в целом. Также в рентгенологической диагностике отсутствуют подробные алгоритмы и цефалометрические анализы для раннего выявления гипертрофии аденоидов и оценки состояния верхних дыхательных путей.

По данным исследований распространенность нарушений носового дыхания у детей школьного возраста составляет от 20 до 55%, а гипертрофии глоточной миндалины – до 70%. В структуре ЛОР-заболеваемости детского населения воспалительные процессы глоточной миндалины занимают 1-е место [33, 46, 61, 79, 105, 113]. Из-за высокой распространённости гипертрофии глоточной миндалины и ротового дыхания у детей данные проблемы сохраняют свою актуальность. Перечисленные патологические состояния отрицательно влияют на функционирование органов и систем организма, поэтому решение о лечении

необходимо принимать с учетом междисциплинарного подхода. Поэтому только команда специалистов: оториноларингологов, ортодонтот, логопедов, способны выявить причины хронического ротового дыхания, провести комплексную диагностику и предложить варианты устранения патологий.

В данном исследовании у пациентов с гипертрофией глоточной миндалины частота встречаемости зубочелюстных аномалий составила 100%. Наиболее распространенной аномалией была дистальная окклюзия в сочетании глубокой резцовой окклюзией (42,5%), что согласуется с данными других исследований [37, 49, 78, 151, 193].

У пациентов с гипертрофией глоточной и ротовым дыханием существенно изменяются лицевые признаки [69, 79, 119, 180]. Использование менее информативных диагностических методов в ортодонтической практике у пациентов дошкольного и школьного возраста способствует увеличению распространенности морфофункциональных нарушений, патологий зубочелюстной системы у детей с ГГМ. Важен правильный подход к диагностике и лечению пациентов с обеспечением правильной маршрутизации и последовательности этапов лечения для оптимизации сроков лечения и достижения стабильных результатов.

В данном исследовании были проанализированы данные анкетирования родителей, врачей-оториноларингологов и врачей-ортодонтот со стажем менее и более 3 лет, исследованы стоматологический статус, вид аномалии прикуса, распространенность различных видов аномалий окклюзии, нуждаемость в проведении ортодонтического лечения у пациентов детского возраста. Были выявлены несоответствия во взаимодействии врачей-ортодонтот и оториноларингологов, являющихся специалистами смежных дисциплин и общность диагностических рентгенологических методов.

В исследовании было проведено обследование 80 пациентов в возрасте от 7 до 12 лет. Пациенты были разделены на 2 основные группы по данным отягощенного оториноларингологического анамнеза, а также на дополнительные группы по типу дыхания и возрасту. Планирование лечения зависело от данных



анамнеза, выявленных нарушений ЗЧС и ЧЛО. На основании данных клинического и рентгенологического обследования, анализа фотографий и диагностических моделей зубных рядов была проведена оценка полученных диагностических данных до проведения ортодонтического лечения и сравнение данных в разных группах. По данным анкеты здоровья, включенной в карту стоматологического больного, и жалобам родителей распространенность ротового типа дыхания составила 43,75 %.

Частота зубочелюстных аномалий у детей с ГГМ составила 100%. Из них самой распространенной аномалией была дистальная окклюзия (42,5%), сочетающаяся с глубокой резцовой окклюзией. Анализ данных заболеваемости показал высокую распространенность дистального прикуса в большей степени у детей 7–9 лет при наличии ЛОР-анамнеза в качестве ГГМ. Применение диагностических методов не в полном объеме в ортодонтической практике среди детей школьного возраста способствует высокой распространенности ЗЧА у пациентов с гипертрофией глоточной миндалины и ротовым дыханием. Весьма важным нам представляется правильный подход в лечении данной категории пациентов. Грамотное лечение определяется последовательностью планирования объема и этапов, определения приблизительных сроков и способов устранения патологии. В качестве профилактических мероприятий для снижения риска развития ЗЧА с целью коррекции выявленных нарушений необходимы: ранняя диагностика; планирование последовательной маршрутизации и комплексной реабилитации пациентов с привлечением смежных специалистов.

В результате проведенного исследования было выявлено, что у пациентов 7–12 лет с оториноларингологическим анамнезом гипертрофия глоточной миндалины формирует следующий комплекс патологических состояний: аномалии окклюзии, миофункциональные и артикуляционные изменения, нарушение постурального баланса, общее изменение качества жизни.

При анализе данных клинического фотопротокола были выявлены типичные внешние признаки аденоидного типа лица у детей 7–9 лет без имеющегося оториноларингологического анамнеза с ротовым типом дыхания.

Также по фотографиям в профиль было проведено изменение положения головы у данной категории пациентов. Эти данные подтверждают негативное влияние ротового дыхания, не связанного с назальной обструкцией, на изменение челюстно-лицевых и постуральных характеристик [46, 84, 137].

При анализе параметров контрольно-диагностических моделей зубных рядов у пациентов с ГГМ и ротовым дыханием были выявлены: выраженное сужение и деформации зубоальвеолярных дуг, дистопия отдельных зубов. Протрузия резцов верхней челюсти чаще выявлялась у пациентов с ротовым дыханием по сравнению с группой пациентов с ГГМ, что доказывает значимость окклюзионного компонента в развитии ротового дыхания [19, 23, 129, 169].

Объединив данные осмотра и дополнительных методов обследования, был сделан вывод, что гипертрофия глоточной миндалины у детей не приводят к развитию вертикальной резцовой дизокклюзии на фоне вертикализации типа роста, как сообщается во многих клинических исследованиях [65, 78, 81]. Результаты показали, что сужение верхней челюсти приводит к адаптационному сужению нижней челюсти и ретроинклинации обеих челюстей, что согласуется с данным других исследований [54, 55, 87].

При оценке состояния ВДП диагностический поиск был направлен преимущественно на выявление причин обструкции просвета носоглотки. Отрицательная корреляция была установлена между размерами глоточной миндалины и сагиттальным размером носоглотки ( $p < 0,05$ ). Это доказывает этиологическую роль ГГМ в развитии обструкции ВДП и нарушении носового дыхания. В то же время, у пациентов с нормальным индексом A/N обнаружено уменьшение просвета дыхательных путей в области мягкого неба и корня языка. Следовательно, изменение переднезадних параметров дыхательных путей на уровне корня языка находится под влиянием других факторов: типа аномалии окклюзии, положения нижней челюсти, языка, наклона головы и шеи и др. Наибольшая степень сужения дыхательных путей в области ротоглотки выявлена у 40% детей с нормальным значением A/N.

Согласно результатам анкетирования у детей 7–9 лет распространённость ГГМ составила 62,5%. Однако по результатам анализа ТРГ и оценке индекса A/N распространённость гипертрофии глоточной миндалины увеличилась до 80%. Схожая ситуация наблюдалась у пациентов с ротовым дыханием с отсутствующим оториноларингологическим анамнезом, по словам родителей. Однако при анализе ТРГ у 50% была обнаружена гипертрофия глоточной миндалины ( $p < 0,05$ ).

В 20% случаев у детей без ГГМ в анамнезе и с клиническим проявлением назальной обструкции в виде ротового дыхания, а также выявленной 2-й и 3-й рентгенологической степенью гипертрофии аденоидов, после консультации оториноларинголога была обнаружена гипертрофия аденоидов 1-й и 2-й степени (2 и 6 пациентов соответственно) в результате эндоскопического исследования носоглотки. У пациентов в группе без ГГМ проявление клинического симптома ротового дыхания не было статистически значимо связано с наличием гипертрофии аденоидов различной рентгенологической степени ( $p > 0,05$ ). Коэффициенты корреляции степеней гипертрофии у пациентов 1-й группы составил 0,95, что подтверждает клиническую эффективность использования метода ТРГ для оценки гипертрофии глоточной миндалины. Выявлена положительная корреляция между проявлением симптома назальной обструкции в виде ротового дыхания у пациентов с ГГМ по данным анамнеза. При этом ротовое дыхание, как и гипертрофия аденоидов, чаще встречалось у детей 7-9 лет (в 32,5% и в 62,5 % случаев соответственно).

При анализе данных цефалометрического исследования было установлено, что ТРГ в боковой проекции является методом скрининга для выявления этиологических факторов сужения ВДП и определения его степени, а также выявления пациентов из групп риска. Особенно актуальна правильная интерпретация данного исследования при отсутствии показаний к проведению КЛКТ и для снижения лучевой нагрузки у детей младшего школьного возраста. Число детей с сужением носоглотки, выявленной с помощью ТРГ, превосходило на 20% число детей с гипертрофией глоточной миндалины, выявленной в

результате анкетирования ( $p < 0,05$ ). Отрицательная корреляционная связь была выявлена между шириной носоглотки и рентгенологической степенью гипертрофии глоточной миндалины. На основании полученных данных для детей 7–9 лет при отсутствии жалоб на ротовое дыхание, но при выявлении ГГМ на ТРГ, была рекомендована явка на осмотр к оториноларингологу в профилактических целях. Специалист может решить вопрос о необходимости эндоскопического исследования полости носа и носоглотки в целях подтверждения диагноза.

Положение головы достоверно различалось у пациентов с ротовым дыханием ( $p < 0,05$ ). Изменение наклона головы и величины шейного лордоза было связано с сагиттальным расстоянием в области носоглотки и ротоглотки. Расчет краниоцервикальных углов может быть полезен в качестве диагностического или контрольного измерения для определения положения головы и компенсаторных изменений в шейном отделе позвоночного столба у пациентов с ротовым дыханием и ГГМ. Чрезмерный наклон головы кзади и вытяжение шейного отдела позвоночника могут представлять собой сверхактивный компенсаторный механизм, который в итоге приводит не к снижению сопротивления дыхательных путей, а скорее оказывает неблагоприятное воздействие на проходимость дыхательных путей, что еще больше усугубляет проблему обструкции. Результаты настоящего исследования указывают на важность ранней коррекции ротового дыхания у детей. Если изменения позы сохраняются в течение более длительного времени, то такая продолжительность их воздействия определенно может привести к нарушению не только прикуса, но и скелета. Это еще больше подчеркивает роль врачей-ортодонт, оториноларингологов, постурологов, детских ортопедов, логопедов в выявлении привычки дышать ртом в более раннем возрасте, чтобы предотвратить патологические изменения, связанные с неправильным типом дыхания.

Проведена оценка состояния зубочелюстной системы на 3D-моделях зубных рядов и челюстей в формате STL. С использованием цифровых моделей удобно планировать протокол ортодонтического лечения исходя из

диагностических данных с учетом морфологии верхних дыхательных путей. В проведенном исследовании использование STL-моделей помогает продемонстрировать смежным специалистам и родителям пациентов наличие проблемных зон, на которые необходимо обратить внимание.

На основании полученных диагностических данных с учетом морфологии верхних дыхательных путей было проведено планирование ортодонтического лечения. Перед началом ортодонтического лечения пациентам с гипертрофией глоточной миндалины рекомендована повторная консультация оториноларинголога, так как наличие жалоб на ротовое дыхание и обнаруженная гипертрофия глоточной миндалины на ТРГ или КЛКТ является абсолютным показанием для направления пациента к смежному специалисту. Сам процесс ортодонтического лечения у пациентов с гипертрофией глоточной миндалины должен включать в себя следующие этапы:

- 1) расширение челюстей (либо только верхней челюсти) съёмными или несъёмными аппаратами;
- 2) коррекция сагиттального соотношения челюстей с помощью аппаратов, выдвигающих нижнюю челюсть;
- 3) миофункциональное или логопедическое лечение;
- 4) ретенционный период.

Коррекция положения челюстей в сагиттальном направлении у пациентов с гипертрофией глоточной миндалины и дистальным прикусом направлена не только на получение правильной и стабильной окклюзии, но и на решение проблемы, связанной с сужением верхних дыхательных путей на уровне корня языка и кончика мягкого неба.

На основании проведенного исследования можно сделать вывод, что цифровые технологии на основе искусственного интеллекта значительно облегчают процесс диагностики и оптимизируют процесс планирования лечения. В данной ситуации ортодонт объединяет свой клинический опыт и данные диагностических исследований и составляет комплексный план лечения, в котором учитывается и морфология верхних дыхательных путей. Такой

комплексный подход является наиболее правильным и обеспечивает не только стабильность результата после лечения, но и улучшает качество жизни пациента.

Преимуществами использования STL-моделей на основе КЛКТ у детей являются: точная диагностика; бессрочное хранение моделей; планирование лечения исходя из полной анатомии челюстно-лицевой области; интерактивное и доступное объяснение плана лечения и оптимизация коммуникации с другими специалистами и пациентом (или родителями).

В проведенном исследовании была оценена возможность программы Diagnocat, основанной на алгоритме искусственного интеллекта, в оценке состояния верхних дыхательных путей у пациентов в возрасте 9–12 лет, которым было проведено КЛКТ по ортодонтическим показаниям перед началом лечения. Автоматический протокол рентгенологической оценки с помощью искусственного интеллекта, использованный в рамках этого исследования, продемонстрировали хорошие возможности для визуализации просвета верхних дыхательных путей, определения общего и минимального объемов ( $p < 0,05$ ). Информация о локализации и размере наибольшего сужения просвета дыхательных путей является важной в проведении скрининга на выявление патологий и планировании лечения детей с гипертрофией глоточной миндалины и ротовым дыханием. Однако программа не оценивала степень сужения в области носоглотки и размеры глоточной миндалины. Была получена низкая вероятность определения ГГМ, так как верхняя граница визуализации находилась на уровне твердого неба. ИИ программы не указал наличие визуально определяемой 2 или 3 степени гипертрофии глоточной миндалины у пациентов. Эта важная диагностическая информация имеет решающее значение для планирования лечения и получения стабильных результатов после лечения.

Поэтому для оптимизации диагностики и планирования в условиях развития новых технологий планируется расширять сотрудничество между IT-специалистами, радиологами и стоматологами для разработки новых алгоритмов обучения искусственного интеллекта. В нашем исследовании такой алгоритм был разработан для 2D и 3D методов исследования. Необходимы дальнейшие

исследования в этой области. Поэтому в будущих исследовательских работах планируется привлечь более широкую группу врачей для оценки и контроля расчетов, которые производятся искусственным интеллектом, и провести исследования на более крупных выборках пациентов.

Нами был сделан вывод, что протестированная программа Diagnocat на основе искусственного интеллекта может быть использована в качестве скринингового метода для оценки состояния ВДП по данным КЛКТ. При этом наиболее точно можно провести оценку только ротоглотки и гортаноглотки. Кроме того, более сложный отчет, генерируемый системой, может содержать информацию о патологиях, которые должны быть диагностированы другими специалистами. Таким образом, в каждом отдельном клиническом случае данный отчет о состоянии ВДП может быть полезным для комплексной диагностики и выбора правильной тактики лечения.

Врач-ортодонт, анализируя данные ТРГ и КЛКТ, может предположить наличие нарушения носового дыхания, что помогает развитию междисциплинарного планирования лечения детей с гипертрофией глоточной миндалины и ротовым дыханием. Из чего можно сделать вывод, что диагностические возможности ТРГ в боковой проекции и КЛКТ позволяют применять данные методы для оценки состояния дыхательных путей у детей возрасте 7–12 лет [55, 64, 74]. Кроме того, представленная методика анализа ТРГ и диагностический алгоритм оценки КЛКТ могут использоваться в комплексном обследовании детей с гипертрофией глоточной миндалины и ротовым дыханием. Полученные данные о состоянии ВДП должны учитываться при выборе маршрутизации пациентов, а также сроков и методов коррекции нарушений.

Впервые нами было проведено анкетирование врачей-стоматологов со специализацией «Ортодонтия» и стажем работы менее и более 3 лет с целью исследования информированности по вопросам нарушения носового дыхания и определения уровня осведомленности о влиянии гипертрофии глоточной миндалины. Даже при широком использовании ТРГ и КЛКТ в ортодонтической

практике выявлено, что больше половины опрошенных не знали о методах оценки состояния ВДП.

Также анкетирование врачей двух специальностей проводилось для уточнения уровня взаимодействия. Из результатов анкетирования врачей мы пришли к выводу, что каждый специалист ввиду профессиональной деформации акцентирует больше внимания на проблемах в своей профессиональной области. Однако при анализе анкет было обнаружено, что ротовое дыхание у ребенка может привести к развитию многих негативных последствий. Ввиду многофакторного влияния ротового дыхания на ЧЛО и общее состояния здоровья крайне важно налаживать кооперацию между оториноларингологами и ортодонтами, стимулировать заинтересованность врачей в сотрудничестве, стремиться развивать междисциплинарный подход в диагностике и планировании лечения пациентов с гипертрофией глоточной миндалины.



## 4.2. Заключение

Проблема ротового дыхания, гипертрофии глоточной миндалины и развития зубочелюстных аномалий у пациентов детского возраста до сих пор остается актуальной в связи высокой распространённостью данных проблем, недостаточной диагностики патологических состояний и их негативного влияния на состояние здоровья пациента. Решение данных вопросов обеспечивается использованием грамотного междисциплинарного подхода. Несмотря на активное обсуждение данных вопросов в области стоматологии и оториноларингологии, данные проблемы ещё недостаточно изучены.

Целью настоящей работы было повышение качества и эффективности диагностики и планирования лечения зубочелюстных аномалий с сопутствующей ЛОР-патологией посредством компьютерных технологий.

За период с 2021 по 2023 гг. нами было включено в исследование 80 детей в возрасте 7-12 лет, которые были обследованы в соответствии с разработанной нами схемой. Основываясь на данных обследований, пациентам было проведено индивидуальное планирование и назначено лечение, которое было направлено не только на коррекцию аномалий окклюзии, но и на устранение миофункциональных нарушений.

Основными жалобами у пациентов в возрасте с 7 до 12 лет были эстетические нарушения. Жалобы на ротовое дыхание и нарушение смыкания губ в покое были вторичными. По данным опроса родителей распространенность нарушения носового дыхания составила 43,75 %. Выявленная распространенность подтверждает данные других исследований. По данным анамнеза было установлено, что у детей с гипертрофией глоточной миндалины в 55% случаев наблюдалось ротовое дыхание, у детей с отсутствием оториноларингологического анамнеза в 32,5%.

По данным проведенного исследования распространенность патологии прикуса у детей 7-12 лет составила 91,25%, у детей с ГГМ - 100%. 42,5% пациентов имели дистальную окклюзию в сочетании с глубокой, глубокую резцовую, дистальную и перекрестную окклюзию имели 20%, 12,5%, 7,5%

обследованных соответственно. 82,5% пациентов без оториноларингологического анамнеза имели ЗЧА. Как и в предыдущей группе пациентов, наиболее часто встречающейся патологией была дистальная окклюзия в сочетании с глубокой (27,5%), 25% пациентов имели глубокую резцовую окклюзию. Высокая распространенность дистального глубокого прикуса была обнаружена у пациентов 7-12 лет с ГГМ. Для предотвращения развития осложнений данной категории пациентов рекомендовано проведение ранней диагностики и коррекции выявленных нарушений, а также осмотр у оториноларинголога.

Основываясь на данных клинического и рентгенологического исследований, анализе фотографий и контрольно-диагностических моделей зубных рядов мы пришли к выводу, что гипертрофия глоточной миндалины у детей не приводят к развитию вертикальной резцовой дизокклюзии. Сужение верхней челюсти приводит к адаптационному сужению нижней челюсти и ретроинклинации обеих челюстей.

Впервые нами был проанализирован уровень взаимодействия между врачами-ортодонтами и оториноларингологами с помощью специально разработанных анкет. Выявлены недостаточная кооперация и проблемы взаимодействия между специалистами и общие методы рентгенологические исследования, используемые для диагностики в области стоматологии оториноларингологии. Врачи-ортодонты и оториноларингологи занимаются диагностикой и лечением смежных областей, кроме того, в большинстве случаев используют одинаковые диагностические рентгенологические методы, в данном случае КЛКТ и ТРГ в боковой проекции /рентгенография носоглотки). Следовательно, диагностические диапазон применения 2D и 3D рентгенологических исследований гораздо шире. Одно и то же исследование, сделанное одним специалистом, можно использовать более эффективно для получения диагностической информации, обсуждения комплексного плана лечения, обоснованной маршрутизации пациента. Такой подход помогает избежать дополнительного лучевого облучения пациентов детского возраста за счет уменьшения количества исследований. Следствием отсутствия

междисциплинарного взаимодействия между врачами-ортодонтами и оториноларингологами является высокая распространенность зубочелюстных аномалий у пациентов детского возраста с ротовым дыханием и гипертрофией глоточной миндалины.

Впервые нами было проведено анкетирование врачей-стоматологов со специализацией «Ортодонтия» и стажем работы менее и более 3-х лет с целью исследования информированности по вопросам нарушения носового дыхания и определения уровня осведомленности о роли гипертрофии глоточной миндалины. Впервые проведено анкетирование врачей-ортодонтотв и оториноларингологов для уточнения уровня их взаимодействия. Опрос показал недостаточную кооперацию между врачами обеих специальностей, недостаточную осведомленность об интерпретации ТРГ и КЛКТ с целью объективной оценки состояния ВДП.

Для выявления ЛОР-патологии и миофункциональных нарушений среди детского населения рекомендовано привлечение специалистов различных специальностей, однако роль врача-ортодонта в клинике недооценивается в решении проблемы с ротовым дыханием и гипертрофией глоточной миндалины. При этом, нередко именно врач-ортодонт является первой инстанцией, к которой обращаются родители пациентов с жалобами на изменения ЧЛЮ. Родители могут и не знать о наличии ЛОР-патологии у своего ребенка или не придавать большого значения периодическому или хроническому нарушению носового дыхания. В таком случае врач-ортодонт при выявлении проблем в смежной области обязан по показаниям направить пациента на консультацию к соответствующему специалисту.

Проблема гипертрофии глоточной миндалины у детей актуальна и с точки зрения подхода к оториноларингологическому лечению. Современная тенденция к консервативному медикаментозному лечению гипертрофии глоточной миндалины и диспансерному наблюдению в ожидании возрастной инволюции нередко приводит к дальнейшему сохранению ротового дыхания, формированию или усугублению нарушений ЗЧС и ЧЛЮ, а также развитию рецидивов даже после качественно проведенного лечения. Именно поэтому так важно грамотное

сотрудничество специалистов, которые занимаются диагностикой и лечением заболеваний смежных областей. Согласно данным проведенного исследования комплексный подход в диагностике и планировании лечения патологий ЗЧС, ассоциированных с гипертрофией глоточной миндалины и ротовым дыханием в детском возрасте, способствует нормальному развитию ЧЛЮ и позволяет избежать формирования скелетных аномалий, которые во взрослом возрасте сложнее поддаются коррекции и могут требовать сложного ортодонтхирургического вмешательства.

В диагностических целях ортодонт использует рентгенологические методы исследования для оценки состояния не только ЗЧС, но состояния верхних дыхательных путей. К сожалению, не во всех случаях диагностические и прогностические данные пациентов учитываются в планировании ортодонтической коррекции. В литературных источниках также не обнаружены сведения об алгоритмах и цефалометрических методах комплексной оценки ВДП. Впервые нами были разработаны алгоритм и метод оценки состояния верхних дыхательных путей с использованием компьютерных технологий по 2D и 3D исследованиям. Несмотря на активное развитие и внедрение КЛКТ в стоматологическую практику нельзя забывать о принципах радиационной безопасности и лучевой нагрузке, особенно работая с детьми. Поэтому разработка двух методов оценки обусловлена показаниями к проведению дополнительных исследований и является актуальной, так как это не сужает диапазон диагностических возможностей при использовании даже 2D методов исследования. По данным анкетирования оториноларингологи используют в 86,7% для диагностики рентгенографию носоглотки, поэтому ТРГ в данном случае приобретает двойную значимость и ценность как диагностический метод оценки гипертрофии глоточной миндалины.

При анализе цефалометрических параметров на ТРГ и КЛКТ с применением разработанного метода оценки боковых ТРГ была выявлена гипертрофия глоточной миндалины 1 и 2 степени в 58,3% случаев у детей с отсутствующим оториноларингологическим анамнезом и ротовым дыханием.

Стоит отметить, что использование метода с применением компьютерных технологий (автоматической оценкой алгоритмом нейросети) требует значительно меньше времени на проведение диагностики. Например, средняя продолжительность ручного метода трассировки ТРГ составляет 10-15 минут. Использование методики искусственного интеллекта для этих целей позволяет сократить это время в 2 раза.

По данным проведенного исследования возрастная группа детей 7-9 лет была выделена в группу риска развития миофункциональных нарушений и зубочелюстных аномалий. Для данной категории пациентов ТРГ является методом скрининга патологии ВДП. Детям возрастной группы 7-9 лет рекомендовано прохождение профилактических осмотров у оториноларинголога. Детям с классическими признаками ротового дыхания при отсутствии ЛОР-патологии по данным анамнеза необходимо проводить исследование носовой полости и носоглотки в целях уточнения диагноза. Нередко врач-ортодонт может быть первым специалистом, диагностирующим наличие данной патологии. В связи с этим ортодонт обязан информировать родителей о причинах и последствиях ротового типа дыхания, объяснять необходимость лечения и профилактики данной патологии, мотивировать пациентов на комплексное лечение.

В результате внедрения в практику разработанного нами алгоритма и цефалометрического метода оценки ВДП у детей увеличилась выявляемость причин назальной обструкции и ротового дыхания, увеличилось число пациентов, которым рекомендована консультация оториноларинголога. Применение разработанного нами диагностического алгоритма по данным КЛКТ и цефалометрического анализа ТРГ имеет высокую эффективность, которая выражается в следующем: быстрой оценке ВДП и выявляемости ЛОР-патологии; направлении пациентов с выявленной сопутствующей патологией к соответствующим специалистам; планировании тактики лечения с учетом морфологии ВДП. Такой подход позволяет уменьшить риск развития рецидивов и помогает достичь стабильных результатов.

Впервые в исследовательской работе с использованием цефалометрии было доказано, что тип дыхания влияет на положение головы и шеи. Изменение наклона головы и шейного отдела позвоночного столба – это адаптация к нарушению носового дыхания. Существует рефлекторный механизм, реализующий такое изменение положение головы и шеи, которое необходимо для поддержания оптимальной биомеханики шейного отдела позвоночника, а также адекватного движения воздушных масс в верхних дыхательных путях.

Внедрение составленных схем о механизмах влияния ротового типа дыхания и развития состояний, ассоциированных с хроническим ротовым дыханием, в качестве учебных пособий в образовательный процесс студентов, ординаторов, врачей-стоматологов и оториноларингологов поможет улучшить понимание важности ранней диагностики и лечения данной патологии, обеспечить эффективную кооперацию между специалистами. В итоге такой подход улучшит состояние здоровья пациентов и качество их жизни.

Таким образом, для предотвращения изменения постуральных параметров и изменений в ЧЛЮ необходимо раннее выявление гипертрофии глоточной миндалины и коррекция ротового дыхания. Крайне важно поддерживать междисциплинарный подход и сотрудничество между ортодонтами и оториноларингологами для проведения качественной диагностики и лечения детей с ротовым типом дыхания. Врачи должны обращать внимание на наличие нарушения носового дыхания у детей, поскольку любая задержка в диагностике и лечении может привести к изменению формирования ЗЧС и ЧЛЮ. При ранней нормализации носового дыхания и устранении ЛОР-патологии детский организм способен восстанавливать некоторые изменения челюстно-лицевой системы.

### 4.3. Выводы

1. Анкетирование врачей-ортодонтотв и оториноларингологов позволило оценить уровень взаимодействия врачей обеих специальностей, при котором статистически значимая разница между теоретически необходимым уровнем сотрудничества и практическим направлением пациентов на консультацию к смежному специалисту составила 20% для ортодонтотв и 30% для оториноларингологов ( $p < 0,05$ ). Данные ТРГ и КЛКТ, предоставленные врачами-ортодонтотами, могут быть использованы оториноларингологами в качестве дополнительного метода исследования для оценки гипертрофии глоточной миндалины, что способствует улучшению кооперации между специалистами и минимизации лучевой нагрузки при необходимости проведения повторного рентгенологического исследования.

2. Применение оптимизированной методики цефалометрического анализа по данным ТРГ в боковой проекции и разработанного алгоритма оценки состояния верхних дыхательных путей по данным КЛКТ с использованием искусственного интеллекта подразумевает оценку линейных и объёмных параметров, а также ЛОР-органов, что позволяет использовать данные рентгенологические исследования в качестве скрининга гипертрофии глоточной миндалины и метода экспресс-диагностики состояния ВДП. Разработанный алгоритм компьютерной диагностики верхних дыхательных путей по данным КЛКТ с использованием в качестве верхней и нижней границ носоглотки ориентиры S-PNS и ANS-PNS повышает эффективность диагностического обследования за счёт дополнительной оценки области носоглотки и визуализации глоточной миндалины.

3. На основании клинико-рентгенологических данных выявлена высокая распространенность аномалии окклюзии у детей с ГГМ (100%), дистальный глубокий прикус был выявлен у 42,5% детей. По данным ТРГ и КЛКТ выявлена высокая распространенность сужения просвета верхних дыхательных путей (70%) и гипертрофии глоточной миндалины (77,5 %) у детей 7-12 лет с различными аномалиями окклюзии. На основании данных цефалометрического анализа

установлено, что гипертрофия глоточной миндалины способствует развитию дистального глубокого прикуса, сужению ВДП, увеличению наклона головы назад и шейного лордоза ( $p < 0,05$ ). В группе детей 7-9 лет преобладала 2-ая рентгенологическая степень гипертрофии глоточной миндалины (A/N более 0.60 у 60% детей), отклонение от нормальных значений зубочелюстных и постуральных параметров были более выраженными, по сравнению с результатами группы пациентов 10-12 лет.

4. Положительная корреляция (0,78) между значением степени гипертрофии глоточной миндалины по данным оториноларингологического анамнеза и рентгенологическим данным подтверждает клиническую эффективность применения оптимизированной методики цефалометрического анализа и разработанного алгоритма в оценке гипертрофии глоточной миндалины. Использование ИИ в оценке состояния ВДП способствуют двукратному уменьшению временных затрат врача-ортодонта на проведение расчетов ( $p < 0,05$ ). Разработанные диагностико-тактический алгоритм и схема планирования ортодонтического лечения у пациентов с гипертрофией глоточной миндалины и ротовым дыханием позволяют оптимизировать тактику планирования лечения и маршрутизации пациентов.



#### **4.4. Практические рекомендации**

1. У детей в возрасте 7-12 лет с гипертрофией глоточной миндалины и ротовым типом дыхания необходимо обследование у врача-ортодонта с целью выявления миофункциональных нарушений и аномалий прикуса и консультация у оториноларинголога для выявления ЛОР-патологии и причин ротового дыхания.
2. Целесообразно анализировать состояние ВДП по данным ТРГ или КЛКТ при наличии гипертрофии глоточной миндалины и ротового дыхания для правильного планирования лечения пациентов и мотивирования смежных специалистов к сотрудничеству, так как наличие у детей аномалий прикуса в сочетании с гипертрофией глоточной миндалины и миофункциональными нарушениями требует комплексного междисциплинарного подхода.
3. Оптимизированную методику анализа ТРГ и разработанный алгоритм анализа КЛКТ рекомендуется применять врачам-ортодонтам для дополнительной оценки состояния верхних дыхательных путей и скрининга ЛОР-патологии.
4. Перед проведением ортодонтического лечения при наличии у пациента ротового дыхания и гипертрофии глоточной миндалины, выявленной по данным рентгенологического исследования, рекомендовано направить пациента на консультацию к оториноларингологу в целях диагностики назальной обструкции. Показано раннее ортодонтическое лечение у детей в возрасте 7-12 ввиду негативного воздействия гипертрофии глоточной миндалины и ротового дыхания на структуры ЧЛО.

#### **Перспективы дальнейшей разработки темы**

Планируется продолжение научного исследования с целью повышения качества диагностики, планирования и лечения ортодонтических пациентов с сопутствующей ЛОР-патологией. В перспективе дальнейшего научного исследования планируется тестирование оптимизированного цефалометрического анализа и разработанного алгоритма с использованием технологии искусственного интеллекта в кооперации с IT-разработчиками и внедрение их в практическую деятельность.

#### 4.5. Список сокращений

- ЧЛО – челюстно-лицевая область
- ВДП – верхние дыхательные пути
- ТРГ – телерентгенография
- ЗЧА – зубочелюстные аномалии
- ЗЧС – зубочелюстная система
- КЛКТ – конусно-лучевая компьютерная томография
- КТ – компьютерная томография
- ОПТГ – ортопантограмма
- МРТ – магнитно-резонансная томография
- ЛОР – оториноларингологический
- МКБ-10 – Международная классификация болезней Десятого пересмотра
- МКБ-С – Международная классификация стоматологических болезней
- мм – миллиметры
- мм<sup>2</sup> – миллиметры в квадрате
- см<sup>3</sup> – кубические сантиметры
- СОАС – синдром обструктивного апноэ сна
- ИИ – искусственный интеллект
- ГГМ – гипертрофия глоточной миндалины
- ВЧ – верхняя челюсть
- НЧ – нижняя челюсть
- 2D - двумерный
- 3D- трехмерный
- RME – быстрое небное расширение
- NHP – естественное положение головы
- ХДН – хроническая дыхательная недостаточность
- CNN – сверточная нейронная сеть, convolutional neural network
- СППКР – Системы поддержки принятия клинических решений
- САД – система автоматизированной диагностики

ALARA – as low as reasonably achievable (использование минимально возможной дозы излучения)

STL – стереолитографическая модель.

#### 4.6. Список литературы

1. Ахтямов, Д.Р. Иммуномодулирующий эффект аденотомии у детей раннего и дошкольного возраста с высокими степенями гипертрофии глоточной миндалины и повторяющимися назофарингитами / Д.Р. Ахмятов, Е.В. Шабалдина, С.В. Гривцов и др. // Российская оториноларингология. – 2022.– Т.21, №1.– С. 27-41.
2. Арсенина, О.И. Комплексная диагностика и лечение пациентов с сужением и деформацией верхней челюсти / О.И. Арсенина, Н.В. Попова, П.И. Махортова, Л.А. Гайрбекова // Клиническая стоматология. – 2019.– Т.1, №89.– С. 51—57.
3. Балашова, М.Е. Влияние параметров воздухоносных путей на краниофациальные характеристики / М.Е. Балашова // Scientist. – 2022. – № 4. – С.22.
4. Балашова, М.Е. Цифровая диагностика и планирование ортодонтического лечения у пациентов с аденоидами / М.Е. Балашова, З.С. Хабадзе // Неделя науки 2022: материалы Международного молодёжного форума. Ставрополь: СТГМУ. – 2022. – С.553-555.
5. Балашова, М.Е. Изучение признаков сужения верхних дыхательных путей по данным ТРГ / М.Е. Балашова, З.С. Хабадзе // Актуальные вопросы стоматологии. Сборник научных трудов, посвященный 130–летию основателя кафедры ортопедической стоматологии КГМУ, профессора Исаака Михайловича Оксмана. – 2022. – С. 44-49.
6. Балашова, М.Е. Оценка влияние патологии верхних дыхательных путей на параметры зубочелюстной системы у детей / М.Е. Балашова, З.С. Хабадзе // Актуальные вопросы стоматологии. Сборник всероссийской VI научно–практической конференции с международным участием. Под редакцией Л.М. Железнова. – 2022. – С. 13-15.
7. Балашова, М.Е. Возможности ТРГ в оценке состояния верхних дыхательных путей: систематический обзор литературы / М.Е. Балашова, З.С. Хабадзе, И.А. Воронов, И.Н. Багдасарова, Н.Н. Федотова // Эндодонтия Today. – 2021. – Т. 19, № 2. – С. 126-131.

8. Балашова, М.Е. Сравнительный анализ измерительных показателей небных миндалин по данным ТРГ и КЛКТ / М.Е. Балашова, З.С. Хабазе, В.И. Попадюк // *Эндодонтия Today*. – 2023. – Т. 21, №2. – С. 144-147.
9. Балясинская, Г.Л. Болезни уха, горла, носа в детском возрасте: Национальное руководство / Г.Л. Балясинская, М.Р. Богомилский, Е.В. Борзов // – М.: ГЭОТАР–Медиа. – 2015. – С. 544.
10. Баранова, А. А. Физическое развитие детей и подростков Российской Федерации / А.А. Баранова // М.: Изд-во «ПедиатрЪ». – 2013. С. 45-48 с.
11. Борзов, Е.В. Аденоиды // *Детская оториноларингология* (в 2 томах) Т. 1. / Под редакцией Богомилского М.Р., Чистяковой В.Р. – 2005. – 528 с.
12. Булычева, Е.А. Протокол анализа конусно-лучевой компьютерной томографии у больных с краниомандибулярной дисфункцией / Е.А. Булычева, А.А. Мамедов, А.М. Дыбов и др. // *Стоматология*. - 2020.- Т. 99 (6). - № 2.-С.94-100.
13. Волобуев, В.В. Длительность госпитализации детей с аденоидитом, имеющих кариозные поражения зубов / В.В. Волобуев, Т.А. Пономаренко, Д.А. Чуприков, М.Н. Митрованова // *Сборник избранных статей по материалам научных конференций ГНИИ "НАЦРАЗВИТИЕ"*. – 2019. – С. 100-102.
14. Герасименко, М.Ю. Физиотерапия заболеваний уха, горла, носа / М.Ю. Герасименко, Т.Н. Зайцева, И.С. Евстигнеева // *Физиотерапевт*. – 2020. – №6. – С. 66-79.
15. Глазунов, О.А. Сравнительная характеристика внешнего дыхания у детей 6–8 лет с дистальным прикусом / О.А. Глазунов, М.И. Рабовил, В.А. Дрок // *Вестник стоматологии*. – 2019. – №1 (82). – С. 42-45.
16. Горлачева, Т.В. Частота зубочелюстных аномалий и нуждаемость в ортодонтическом лечении 15-летних детей / Т.В. Горлачева, Т.Н. Терехова // *Современная стоматология*. - 2020. - № 2 (79). - С. 79-80.
17. Данилова, М.А. Предикторы аномалий окклюзии зубных рядов у детей в периодах временного прикуса (часть 1) / М.А. Данилова, П.В. Ишмурзин, Т.И.

- Рудавина // Стоматология детского возраста и профилактика. – 2023. – Т. 23 (2). – С. 124-131.
18. Дистель, В.А. Ротовое дыхание, зубочелюстные аномалии и кариес зубов у детей / Дистель, В.А., Г. И. Скрипкина, Ю.Г. Романова // Институт стоматологии. – 2019. – №4 (97). – С. 88-89.
  19. Ермуханова, Г.Т. Изучение распространенности зубочелюстных аномалий, в том числе дистального прикуса у детей и подростков (обзор литературы) / Г.Т. Ермуханова, А.О. Етекбаева // Вестник Казахского национального медицинского университета. – 2021. – № 1. – С. 133-137.
  20. Жигжитов Б.А. Реабилитация детей с привычным ротовым дыханием в практике оториноларинголога / Б.А. Жигжитов // Вопросы восстановительной и спортивной медицины: сб. науч. тр. по материалам Международной научно–практической конференции. – М.: [б.и.]. – 2017. – С. 63-65.
  21. Иванов, В.В. Изменение пострурального статуса при ортодонтическом лечении нарушений прикуса / В.В. Иванов, Е.Е. Ачкасов, Н.М. Марков, Е.К. Кречина // Стоматология. - 2018. -№1. – С.50-53.
  22. Зубарева, А.А. Клинико-лучевые особенности смешанных полипозной и полипозно-гнойной форм хронических риносинуситов в сочетании с зубочелюстной патологией / А.А. Зубарева, С.А. Карпищенко, М.А. Шавгулидзе. // Consilium Medicum. – 2021. – Т.23, № 4. – С. 183-185.
  23. Игнатьева, Л.А. Влияние миофункциональных нарушений челюстно–лицевой области на формирование патологии окклюзии у детей / Л.А. Игнатьева, Н.Х. Хамитова // Казанский мед.ж. –2019. Т.100, №3. – С. 422-425.
  24. Карпов, А.Н. Ортодонтия: учебник / А.Н. Карпов, Постников М.А., Степанов Г.В. - Самара, 2022. - 319 с.
  25. Каськова Л.Ф., Маковка И.Л., Карпенко О.А., Моргун Н.А., Артемьев А.В. Факторы риска возникновения основных стоматологических заболеваний у детей с гипертрофией аденоидов / Л.Ф. Каськова, Л.П. Уласевич // Актуальные вопросы стоматологии детского возраста. – 2016. – №4. – С. 74-82.

26. Каськова Л.Ф. Вязкость ротовой жидкости и скорость слюноотделения как факторы риска возникновения кариеса временных зубов у детей с гипертрофией аденоидов / Л.Ф. Каськова, Л.П. Уласевич // Молодой ученый. – 2017. – №3 (137). – С. 238-241.
27. Коваль, Ю.Н. Ротовой тип дыхания и его влияние на морфофункциональные изменения зубочелюстно– лицевой области у детей с патологией глоточной миндалины / Ю.Н. Коваль, Ж.А. Новикова, И.И. Тарасенко // Colloquium–journal. –2021. – №10 (97). – С. 11-15.
28. Кокарева, А.В. Комплексная медицинская реабилитация подростков с зубочелюстной патологией при ортодонтическом лечении / А.В. Кокарева, В.А. Зеленский, И.И. Гайдамака и др. // Физиотерапевт. - 2020. - № 5. - С. 67-78.
29. Коровина, Н.А. Часто и длительно болеющие дети: современные возможности иммунореабилитации / Н. А. Коровина, А. Л. Заплатников // Трудный пациент. – 2006. – №9 (1). – С. 29-32.
30. Косырева, Т.Ф. Современные подходы к аппаратурной коррекции зубочелюстных аномалий в клинике ортодонтии / Т. Ф. Косырева, О. В. Воейкова, М. В. Самойлова и др. Под 302 ред. Т. Ф. Косыревой. – Москва: Российский университет дружбы народов (РУДН), 2021. – 115 с.
31. Косюга, С.Ю. Взаимосвязь дистального прикуса и нарушения носового дыхания / С.Ю. Косюга, В.С. Сироткина // Актуальные проблемы стоматологии детского возраста и ортодонтии. – 2019. – С. 106-109.
32. Косюга, С.Ю. Рентгенологическое исследование как один из этапов диагностики и планирования ортодонтического лечения у детей (обзор) / С.Ю. Косюга, В.С. Сироткина // Клиническая стоматология. – 2020. – № 1 (93). – С. 50–53.
33. Мамбетова, Л. С. Анализ стоматологической заболеваемости у детей с патологией ЛОР-органов / Л. С. Мамбетова, Д.А. Чуприков, Д.А. Семьнина. // Евразийское научное объединение. –2019. –№2 (48). – С. 101-104.

34. Махортова, П.И. Клинико-рентгенологическое сравнение методов комбинированного лечения пациентов с сужением верхней челюсти: Автореф. дисс...к.м.н / Полина Ильинична Махортова. – М., 2020. – 25с.
35. Мью, Джон. Мальокклюзия зубов: ортотропический подход / Джон Мью. – Москва: ТАРКОММ, 2018. – 256 с.
36. Николаев, А.Е. Лучевая диагностика заболеваний зубочелюстной системы у детей и подростков / А.Е. Николаев, А. Ш. Кадиева, А.Н. Шапиев и др.// Вопросы практической педиатрии . – 2019. – № 14 (2). – С.43–54.
37. Орлова, Ю.Г. Принципы лечения детей с патологией глоточной миндалины на фоне аллергического ринита (обзор литературы) / Ю.Г. Орлова, В. М. Свистушкин, Г. Н. Никифорова, Е. А. Шевчик //Consilium Medicum. – 2022. – Т.24, №3. – С.193-198.
38. Персин, Л.С. Ортодонтия. Национальное руководство. Диагностика зубочелюстных аномалий: в 2 т. / Л. С. Персин и др.: под ред. Л. С. Персина. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2020. – Т. 1. – 304 с.
39. Персин, Л.С. Ортодонтия. Национальное руководство. Лечение зубочелюстных аномалий: в 2 т. / Л. С. Персин и др.: под ред. Л. С. Персина. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2020. – Т. 2. – 376 с.
40. Пруидзе, Е.А. Гипертрофия глоточной миндалины у детей / Е.А. Пруидзе // Вестник БГУ. Медицина и фармация. –2010. –№10 . – С.257–260.
41. Рамазанова Г.А. Состояние носового дыхания у детей с миофункциональными нарушениями: дис. канд. мед. наук: 14.01.03 / Рамазанова Гюнай Альнияз кызы. – М., 2018. –152 с.
42. Рыженкова, Т. И. Аденоидные вегетации у детей. Консервативное лечение аденоидита / Т. И. Рыженкова, М. А.Дойлидо, С. Н. Ракова // Актуальные проблемы медицины– 2021. – С. 750–754.
43. Самохина, В.И. Стоматологическое здоровье школьников г. Омска с учетом фоновой соматической патологии / В.И. Самохина, О.В. Мацкиева, В.Д. Ландинова // Стоматология детского возраста и профилактика. – 2015. – №2. – С. 72–77.



44. Серова, Е.Ю. Анализ эффективности аденотомии у детей 3-11 лет, страдающих адено tonsиллярной патологией II-III степени / Е.Ю. Серова, С.О. Дурнев // FORCIPE. – 2019. – № Приложение. – С. 692.
45. Соколов, Н.А. Цифровые технологии в ортодонтии / Соколов Н.А., Олейник Е.А., Петрова Н.П. [и др.] // Институт стоматологии. – 2020. – № 2 (87). – С. 91-93.
46. Стагниева, И.В. Отдаленные результаты аденотомии. Обзор литературы и собственные исследования / И.В. Стагниева, Н.В. Бойко, Е.Л. Гукасян и др. // Folia Otorhinolaryngologiae et Pathologiae Respiratoriae. – 2022. – 28 (2). – С.37-45
47. Усманова, Н.А. Оценка эффективности эндоскопической аденоидэктомии / Н.А. Усманова, М.Х. Угли Курбонов, Б.Ш. Угли Нуьмонжонов // Re-health journal. – 2023. – № 3 (19). – С. 65-69.
48. Фадеев, Р.А. Анализ морфофункциональных нарушений у пациентов, обратившихся с целью повторного ортодонтического лечения / Фадеев Р.А., Геевский В.Ю. // Институт стоматологии. - 2020. - № 3 (88). - С. 51-53.
49. Харитонов, М. П., Мосейчук О.А. Профилактика основных стоматологических заболеваний у детей и подростков / М. П. Харитонов, О. А. Мосейчук. – Екатеринбург: Изд-во «Знак качества». – 2019. – С. 24.
50. Хорошилкина, Ф. Я. Сохранение стоматологического здоровья при лечении пациентов с зубочелюстными аномалиями с использованием несъемной эджуайз-аппаратуры / Ф.Я. Хорошилкина, Л.Н. Солдатова, А.К. Иорданишвили // Ортодонтия. — 2018. - № 3 (83). С. 36 - 43.
51. Цветков, Э.А. Особенности физического и психического развития детей, страдающих адено tonsиллярной патологией // Новости оториноларингологии и логопатологии. – 2002. – № 2. – С. 3-7.
52. Шеврыгин, Б.В. Руководство по детской оториноларингологии / Б.В. Шеврыгин. –М.: Медицина, 1985. – 279 с.
53. Яременко, А.И. Оценка верхних дыхательных путей лучевыми методами диагностики при хронической дыхательной недостаточности. Часть 1–я / А.И.

- Яременко // Практика. Радиодиагностика. Dental Magazine. – 2016. – Т. 12 (156). – С. 6-8.
54. Abdalla, Y. Airway changes after fixed functional appliance treatment in children with and without morphologic deviations of the upper spine: A 3-dimensional CBCT study. Am / Y. Abdalla, S. Kiliaridis, L. Sonnesen // J Orthod Dentofacial Orthop. – 2022. – Vol. 161, № 6. – P. 791-797.
55. Abdalla, Y. Effects of a fixed functional appliance on upper airway volume: A 3-dimensional cone-beam computed tomography study. / Y. Abdalla, L. Brown, L. Sonnesen // Am J Orthod Dentofacial Orthop. – 2020. – Vol. 158, № 1. – P. 40-49.
56. Abesi, F. Performance of artificial intelligence using cone-beam computed tomography for segmentation of oral and maxillofacial structures: A systematic review and meta-analysis / F. Abesi, M. Hozuri, M. Zamani // J Clin Exp Dent. – 2023. – Vol.15, №11. – P. 954-962.
57. Aboudara, C. Comparison of airway space with conventional lateral headfilms and 3–dimensional reconstruction from cone–beam computed tomography / C. Aboudara, I.B. Nielsen, J.C. Huang, K. Maki, A.J. Miller, D. Hatcher // Am J Orthod Dentofacial Orthop. – 2009. – Vol. 135. – P. 468-479.
58. Abramson, Z.R. Three-dimensional computed tomographic analysis of airway anatomy / Z.R. Abramson, S. Susarla, J.R. Tagoni, L. Kaban // J Oral Maxillofac Surg. – 2010. – Vol. 68. – P. 363-371.
59. Abreu, R.R. Etiology, clinical manifestations and concurrent findings in mouth breathing children / R.R. Abreu, R.L. Rocha, J.A. Lamonier, A.F. Guerra // J.Pediatr. (Rio.). – 2008. – Vol. 84. – P. 529-535.
60. Agrawal, P. Artificial Intelligence in Dentistry: Past, Present, and Future / P. Agrawal, P. Nikhade // Cureus. – 2022. – Vol. 14, № 7. – P. 27405.
61. Ahmed, N. Artificial Intelligence Techniques: Analysis, Application, and Outcome in Dentistry–A Systematic Review / N. Ahmed, M.S. Abbasi, F. Zuberi, W. Qamar, M.S.B. Halim, A. Maqsood, M.K. Alam // Biomed Res Int. – 2021.– Vol. 22. P. 9751564.

62. Alhazmi, W.A. Mouth Breathing and Speech Disorders: A Multidisciplinary Evaluation Based on The Etiology. / W.A. Alhazmi // J Pharm Bioallied Sci. – 2022.– Vol. 1. P. 911-916
63. Alhammadi, M.S. Global distribution of malocclusion traits: A systematic review / M.S. Alhammadi, E. Halboub, M.S. Fayed // Journal of Orthodontics. – 2018. – Vol. 23, № 6. – P. 41-50.
64. Allareddy, V. Orthodontics in the era of big data analytics / V. Allareddy, S. Rengasamy Venugopalan, R.P. Nalliah, J.L. Caplin, M.K. Lee, Allareddy V. // Orthod Craniofac Res. – 2019. – Vol. 22, № 1. – P. 8-13.
65. Alwadei, A.H. Computerized measurement of the location and value of the minimum sagittal linear dimension of the upper airway on reconstructed lateral cephalograms compared with 3–dimensional values / A.H. Alwadei, M.T.S. Galang–Boquiren, B. Kusnoto [et al.] //Am J Orthod Dentofacial Orthop. – 2018. – Vol. 154, № 6. – P. 780-787.
66. Alqutami, J. Dental health, halitosis and mouth breathing in 10-to-15 year old children: A potential connection / W. Elger, N. Grafe, A. Hiemisch [et al.] // Eur J Paediatr Dent. – 2019. – Vol.20, №4. – P. 274-279.
67. Bağ, İ. An artificial intelligence study: automatic description of anatomic landmarks on panoramic radiographs in the pediatric population / İ. Bağ, E. Bilgir, İ.Ş. Bayrakdar [et al.] // BMC Oral Health. – 2023. – Vol.23, №1. – P.764.
68. Balashova, M.E. The results of the survey of orthodontists on the diagnosis of ENT diseases / M.E. Balashova // The international scientific conference for students and young researchers in English "topical issues of medicine" devoted to the 85th anniversary of Stavropol state medical university (Abstract Book) – Stavropol: stsmu. –2023. – P. 88-89.
69. Balashova, M.E. Automated upper airway assessment in children based on artificial intelligence / M.E. Balashova, Z.S. Khabadze // Advances in Science and Technology Сборник статей XLVIII международной научно–практической конференции. –2022. – P. 38-39.

70. Balashova, M. Artificial intelligence application in assessment of upper airway on cone-beam computed tomography scans / M. Balashova, Z. Khabadze, V. Popadiuk, A. Kulikova, Y. Bakaev, S. Abdulkerimov, J. Generalova, M. Dashtieva, F. Gadzhiev, A. Umarov, A. Zoryan, Z. Gasanova, O. Mordanov // *Journal of International Dental and Medical Research*. – 2023. – Vol. 16, № 1. – P. 105-110.
71. Baldini, B. Cephalometric measurements performed on CBCT and reconstructed lateral cephalograms: a cross-sectional study providing a quantitative approach of differences and bias / B. Baldini, D. Cavagnetto, G. Baselli, C. Sforza, G.M. Tartaglia // *BMC Oral Health*. – 2022. – Vol.22, №1. – P.98.
72. Barr, A. *The Handbook of Artificial Intelligence* / A. Barr, E. A. Feigenbaum, P. R. Cohen // Inc., Los Altos, CA, 1981. V. 1–3. 427 p.
73. Broadbent, B.H. A new X-ray technique and its application to orthodontia / B.H. Broadbent // *Angle Orthod.* – 1931. – Vol. 1. – P. 45-66.
74. Bronoos, P. Analysis of Pharyngeal Airway Using Lateral Cephalogram vs CBCT Images: A Cross-sectional Retrospective Study / P. Bronoosh, L. Khojastepour // *Open Dent J.* – 2015. – Vol. 31, №9. – P. 263-6.
75. Buchinsky, F. Do adenoids regrow after excision? / F. Buchinsky, M. Lowry, G. Isaacson // *Otolaryngol. Head. Neck. Surg.* – 2000. – Vol. 123. – P. 576-581.
76. Castilho, R.L. The interface between dentistry and respiratory sleep disorders in children / R.L. Castilho, L.H. Matsumoto, Castilho G.L. [et al.] // *Sleep Sci.* – 2020. – Vol.13, №4. – P. 220-223.
77. Ceccanti, G. Facial skeletal alterations in mouth breathing paediatric patients: cephalometric evaluations. / G. Ceccanti, S. Caruso, M. Pasini, M.R. Giuca, L. Lardani, M. Severino // *J Biol Regul Homeost Agents*. – 2020. – Vol. 34, №1. – P. 23-32.
78. Cerritelli, L. Rapid Maxillary Expansion (RME): An Otolaryngologic Perspective / L. Cerritelli, S. Hatzopoulos, A. Catalano [et al.] // *J Clin Med*. – 2022. – Vol.11, №17. – P.5243.

79. Chambi–Rocha, A. Breathing mode influence on craniofacial development and head posture / A. Chambi–Rocha, M.E Cabrera–Domínguez, A. Dominguez–Reyes // *J Pediatr (Rio J)*. – 2018. – Vol. 94, №2. – P. 123-130.
80. Chen, Y.W. Artificial intelligence in dentistry: current applications and future perspectives / Y.W. Chen, K. Stanley, W. Att // *Quintessence Int*. – 2020. – Vol.51, №3. – P.248-257.
81. Cheng, B. A Study of the Facial Soft Tissue Morphology in Nasal- and Mouth-Breathing Patients. / B. Cheng, A.S. Mohamed, J. Habumugisha, Y. Guo, R. Zou, F. Wang // *Int Dent J*. – 2023. – Vol. 73, № 3. – P. 403-409.
82. Cho, H.N. Accuracy of convolutional neural networks-based automatic segmentation of pharyngeal airway sections according to craniofacial skeletal pattern. / H.N. Cho, E. Gwon, K.A. Kim [et al.] // *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. – 2022. – Vol.162, №2. – P. 53-62.
83. Choi, Y. Immediate effects of mandibular posterior displacement on the pharyngeal airway space: A preliminary study / Y. Choi, Y.I. Kim, S.S. Kim, S.B. Park, W.S. Son, S.H. Kim // *Korean J Orthod*. – 2020. – Vol. 50, № 2. – P. 129-135.
84. Choudhari, S.M., Comparative Evaluation of Adenoids and Airway Space in 12 to 14–Year–Old Children With Different Growth Patterns Using Cephalometric Methods Commonly Used by ENT Specialists / S.M. Choudhari, S. Shrivastav // *Journal of Indian Orthodontic Society*. – 2022. – Vol. 56, № 1. – P. 23-28.
85. Chung, I.L. Comparison of cephalometric patterns in mouth breathing and nose breathing children / I.L. Chung, B.P. Orta // *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. – 2014. – Vol. 78, № 7. – P. 1167-722.
86. Cohen, L.M. Lateral cervical radiographs and adenoid size: do they correlate? / L.M. Cohen, P.J. Koltai, J.R. Scott // *Ear Nose Throat J*. – 1992. – Vol. 71. – P. 638-42.
87. Costa, J.R. Posture and posterior crossbite in oral and nasal breathing children / J.R. Costa, S.R. Pereira, S.S. Pignatari, L.L. Weckx // *Int J Orthod Milwaukee*. – 2010. – Vol. 21, № 1. – P. 33-8.

88. Cuccia, A.M. Oral breathing and head posture / A.M. Cuccia, M. Lotti, D. Caradonna // *Angle Orthod.* – 2008. – Vol. 78, №1. P. 77-82.
89. Dakhno, L. Assessment of the feasibility of using cone-beam computed tomography in children for diagnostics, 3d cephalometry and planning orthodontic treatment (review) / L. Dakhno, T. Vyshemyrska, P. Burlakov, K. Storozhenko, P. Flis // *Georgian Med News.* – 2022. – Vol. 323. – P. 54-60.
90. Davidovich, E. Dental, oral pH, orthodontic and salivary values in children with obstructive sleep apnea / E. Davidovich, A. Hevroni, L.T. Gadassi [et al.] // *Clin Oral Investig.* – 2022. – Vol.26, №3 – P. 2503-2511.
91. Diaconu, A. A semi-automatic approach for longitudinal 3D upper airway analysis using voxel-based registration / A. Diaconu, M.B. Holte, P.M. Cattaneo, E.M. Pinholt // *Dentomaxillofac Radiol.* – 2022. – Vol. 51, №3 – P. 20210253.
92. D'Onofrio, L. Oral dysfunction as a cause of malocclusion / L. D'Onofrio // *Orthod Craniofac Res.* – 2019. – Vol. 1, №1 – P. 43-48.
93. Downs, W.B. Variations In Facial Relationship: Their Significance In Treatment and Prognosis / W.B. Downs // *The Angle Orthodontist.* – 1949. – Vol. 19, №3 – P. 145-155.
94. Duan, H. Xia L, He W, Lin Y, Lu Z, Lan Q. Accuracy of lateral cephalogram for diagnosis of adenoid hypertrophy and posterior upper airway obstruction: A meta-analysis / H. Duan, L. Xia, W. He, Y. Z. Lin, Lu, Q. Lan // *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* – 2009. – Vol. 119. – P.1-9.
95. Echevarría-Sánchez, G. Reliability of cephalograms derived of cone beam computed tomography versus lateral cephalograms to estimate cervical vertebrae maturity in a Peruvian population: A retrospective study / G. Echevarría-Sánchez, L.E. Arriola-Guillén, V. Malpartida-Carrillo [et al.] // *Int Orthod.* – 2020. – Vol.18, №2. – P.258-265.
96. Emsaeili, F. Comparison of superior airway dimensions and cephalometric anatomic landmarks between 8-12-year-old children with obstructive sleep apnea and healthy children using CBCT image / F. Emsaeili, A. Sadrhighi, M. Sadeghi-Shabestari // *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects.* – 2022. – Vol.16, №1. – P.18-23.

97. Fayad, R., Correlation between fusion of spheno-occipital synchondrosis and cervical vertebral maturation: A CBCT and cephalometric assessment / R. Fayad, A. Kassis, R. Akl, J. Ghoubril, E. Khoury // *Int Orthod.* – 2020. – Vol. 18, №2– P. 749-757.
98. Feng, X. The effect of rapid maxillary expansion on the upper airway's aerodynamic characteristics / X. Feng, Y. Chen, K. Hellén-Halme [et al.] // *BMC Oral Health.* – 2021. – Vol.21, №1– P.123.
99. Feng, X. Aerodynamic characteristics in upper airways among orthodontic patients and its association with adenoid nasopharyngeal ratios in lateral cephalograms / X. Feng, Y. Chen, W. Cai [et al.] // *BMC Med Imaging.* – 2021. – Vol.21, №1– P.127.
100. Festa, P. Association between upper airway obstruction and malocclusion in mouth-breathing children. / P. Festa, N. Mansi, A.M. Varricchio, F. Savoia, C. C. Cali, Marraudino, G.C. De Vincentiis, A. Galeotti // *Acta Otorhinolaryngol Ital.* – 2021. – Vol. 41, №5– P. 436-442.
101. Fraga, W.S. Mouth breathing in children and its impact in dental malocclusion: a systematic review of observational studies / W.S. Fraga, V.M. Seixas, J.C. Santos, L.R. Paranhos, C.P. César // *Minerva Stomatol.* – 2018. – Vol. 67, № 3– P. 129–138.
102. Fujioka, M. Radiographic evaluation of adenoidal size in children: adenoidal–nasopharyngeal ratio / M. Fujioka, L.W. Young, B.R. Girdany // *AJR Am J Roentgenol* – 1979. – Vol. 133. – P.401-4.
103. Garcila, T.B.E. Mouth breathing and its relationship to some oral and medical conditions: physiopathological mechanisms involved./ García TBE, Hibatulla AA, Grau LIB / T.B.E. Garcia, A.A. Hibatulla, L.I.B. Grau // *Revista Habanera de Ciencias Médicas.* – 2016. – Vol. 15, № 2 – P. 200-212.
104. Ghafourifard, R. Oral Health Status and Salivary Properties among Children before and after Tonsillectomy / R. Ghafourifard, M.F. Rashidi, S.A. Mousavi, A. Pourmirjafari // *Front Dent.* – 2023. – Vol.9, № 4 – P. 20-24.
105. Gomez, Y.P.S. Influence of Breathing Modes and Facial Growth Patterns on Electromyographic Fatigue of Masticatory Muscles in Children / Y.P.S. Gomez,

- N.M. Rockenbach, A.B. Moraes [et al.] // *Int Arch Otorhinolaryngol.* – 2023. – Vol.27, № 4 – P. 672-679.
106. Gould, A. R. Early detection of oral premalignant disease and oral cancer: refining the process / A. R. Gould // *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics.* – 2002. – Vol. 94, № 4 – P. 397-398.
107. Gozal, D. Sleep-disordered breathing and school performance in children / D. Gozal // *Pediatrics.* – 1998. – Vol. 102, № 3 – P. 616-20.
108. Gurani, S.F. The effect of altered head and tongue posture on upper airway volume based on a validated upper airway analysis-An MRI pilot study / S.F. Gurani, P.M. Cattaneo, S.R. Rafaelsen, M.R. Pedersen, J.J. Thorn, E.M. Pinholt // *Orthod Craniofac Res.* – 2020. – Vol. 23, № 1. – P. 102-109.
109. Halicek, M. Deep convolutional neural networks for classifying head and neck cancer using hyperspectral imaging / M. Halicek, G. Lu, J.V. Little, X. Wang, M. Patel, C.C. Griffith [et al] // *J Biomed Opt.* – 2017. – Vol. 22, №6: 60503.
110. Habumugisha, J. A non-randomized concurrent controlled trial of myofunctional treatment in the mixed dentition children with functional mouth breathing assessed by cephalometric radiographs and study models. / J. Habumugisha, B. Cheng, S.Y. Ma [et al.] // *BMC Pediatr.* – 2022. –Vol. 22, № 1 – P. 506.
111. Hansen, C. Specific dento-craniofacial characteristics in non-syndromic children can predispose to sleep-disordered breathing. / C. Hansen, A. Markström, L. Sonnesen. // *Acta Paediatr.* – 2022. –Vol. 111, № 3 – P. 473-477.
112. Hansen, C. Sleep-disordered breathing and malocclusion in children and adolescents-a systematic review / C. Hansen, A. Markström, L. Sonnesen // *J Oral Rehabil.* – 2022. – Vol. 49, №3 – P.353-356.
113. Hansen, C. Specific dento-craniofacial characteristics in non-syndromic children can predispose to sleep-disordered breathing / C. Hansen , A. Markström, L. Sonnesen // *Acta Paediatr.* – 2022. –Vol.111, №3 – P.473-477.
114. Heinz, J. Evaluation of two-dimensional lateral cephalogram and three-dimensional cone beam computed tomography superimpositions: a comparative study



- / J. Heinz, K. Stewart, A. Ghoneima //Int J Oral Maxillofac Surg. – 2019. – Vol.48, №4 – P.519-525.
115. Heit, T. Craniofacial Sleep Medicine: The Important Role of Dental Providers in Detecting and Treating Sleep Disordered Breathing in Children / T. Heit, B.J. Tablizo, M. Salud [et al.] // Children (Basel). – 2022. – Vol. 15, №9 – P:1057.
116. Hellsing, E. Changes in the pharyngeal airway in relation to extension of the head / E. Hellsing //Eur J Orthod. – 1989. – Vol. 11, №4 – P. 359-65.
117. Holmberg, H., Cephalometric assessment of the nasal and nasopharyngeal airway/ H. Holmberg, S. Linder–Aronson // Am. J. Orthod. – 1980. – Vol.78. – P. 320-328.
118. Hofrath H. Die Bedeutung der Röntgenfern– und Abstandsaufnahme für die Diagnostik der Kieferanomalien // Fortschr Orthod – 1931. – Vol.1. – P. 232-59.
119. Hsu, W.E. Comparison of upper airway measurement by lateral cephalogram in upright position and CBCT in supine position / W.E. Hsu, T.Y. Wu // J Dent Sci. – 2019. – Vol. 14, №2. – P. 185-191.
120. Inonu-Sakalli, N. Comparative Evaluation of the Effects of Adenotonsillar Hypertrophy on Oral Health in Children. / N. Inonu-Sakalli, C. Sakalli, O. Tosun, D. Aksit-Bıçak //Biomed Res Int. – 2021. – Vol. 2. – P.5550267.
121. Iwasaki, T. Relationships among tongue volume, hyoid position, airway volume and maxillofacial form in pediatric patients with Class-I, Class-II and Class-III malocclusions / T. Iwasaki, H. Suga, A. Yanagisawa-Minami, H. Sato // Orthod Craniofac Res. – 2019. – Vol. 22, № 1. – P. 9-15.
122. Jabri, M. A. A Review on Comparison of Tooth Size Discrepancies among Angle's Class I, II, and III Malocclusion: Is There a Significance? / M. A. Jabri, S. Wu, Y. Zhang [et al.] // J. Contemp. Dent Pract. - 2019. - Vol.20(8). - P.994- 999.
123. Jaiswal, S. Comparative Evaluation of the Relationship Between Airway Inadequacy, Head Posture, and Craniofacial Morphology in Mouth-Breathing and Nasal-Breathing Patients: A Cephalometric Observational Study / S. Jaiswal, F. Sayed, V.V. Kulkarni [et al.] // Cureus. – 2023. – Vol.15, №10.– P:e47435.

124. Jeong, Y. Automated Evaluation of Upper Airway Obstruction Based on Deep Learning / Y. Jeong, Y. Nang, Z. Zhao // *Biomed Res Int.* – 2023. – Vol. 11. – P. 1-7.
125. Jimenez, L.G. Validation of the third molar maturity index (I3M): Study of a Dominican Republic sample / L.G. Jimenez, L.A.V. Palacio, L.S. De, Y.R. Vasquez, M.C. Capellan, R. Cameriere // *J Forensic Odontostomatol.* – 2019. – Vol. 37, №3.– P. 27-33.
126. Johansson, E. Tonsillectomy – clinical consequences twenty years after surgery? / E. Johansson, E. Hultcrantz // *Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.* – 2003. – Vol. 67, №9. – P. 981-988.
127. Kalaskar, R. Evaluation of the Average Nasal and Nasopharyngeal Volume in 10-13-year-old Children: A Preliminary CBCT Study / R. Kalaskar, S. Balasubramanian, A. Kalaskar // *Int J Clin Pediatr Dent.* – 2021. – Vol.14, №2. – P.187-191.
128. Kaur, M., Influence of mouth breathing on outcome of scaling and root planning in chronic periodontitis / M. Kaur, R.K. Sharma, S. Tewari, S.C. Narula // *BDJ Open.* –2018. – Vol. 9, №4. – P. 17039.
129. Khanagar, S.B. Application and Performance of Artificial Intelligence Technology in Detection, Diagnosis and Prediction of Dental Caries (DC)-A Systematic Review / S.B. Khanagar, K. Alfouzan, M. Awawdeh [et al.] // *Diagnostics (Basel).* – 2022. – Vol. 12, №5. – P.1083.
130. Khanagar, S.B. Developments, application, and performance of artificial intelligence in dentistry – A systematic review / S.B. Khanagar, A. Al-Ehaideb, S. Vishwanathaiah, P.C. Maganur, S. Patil, S. Baeshen, S.Bhandi // *J Dent Sci.* – 2021. – Vol. 16, №1. – P. 508-522.
131. Khanagar, S.B. Scope and performance of artificial intelligence technology in orthodontic diagnosis, treatment planning, and clinical decision-making – A systematic review / S.B. Khanagar, A. Al-Ehaideb, S. Vishwanathaiah, P.C. Maganur, S. Patil, S. Naik, H.A. Baeshen, S.S. Sarode // *J Dent Sci.* – 2021. – Vol. 16, №1– P. 482-492.
132. Kissel, P. Modern 3D cephalometry in pediatric orthodontics-downsizing the FOV and development of a new 3D cephalometric analysis within a minimized large

- FOV for dose reduction / P. Kissel, J.K. Mah, A. Bumann // Clin Oral Investig. – 2021. – Vol.25, №7– P.4651-4670.
133. Knapp, S.W. Sonnesen L. The Reliability and Influence of Body Position on Acoustic Pharyngometry and Rhinometry Outcomes. / S.W. Knapp, L. Sonnesen // J Oral Maxillofac Res. – 2020. – Vol. 11, №4– P. e1.
134. Koletsi, D. Effect of orthodontic management and orofacial muscle training protocols on the correction of myofunctional and myoskeletal problems in developing dentition. A systematic review and meta-analysis. / D. Koletsi, M. Makou, N. Pandis // Orthod Craniofac Res. – 2018. – Vol. 21, №4. – P. 202-215.
135. Koul, A. Artificial Intelligence Techniques to Predict the Airway Disorders Illness: A Systematic Review / A. Koul, R.K. Bawa, Y. Kumar // Arch Comput Methods Eng. – 2023. – Vol. 30, №2. – P. 831-864.
136. Lee, C.H. Hsu WC, Ko JY, Yeh TH, Lin MT, Kang KT. Adenotonsillectomy for the Treatment of Obstructive Sleep Apnea in Children with Prader-Willi Syndrome: A Meta-analysis / C.H. Lee, W.C. Hsu, J.Y. Ko [et al.] // Otolaryngol Head Neck Surg. – 2020/ – Vol. 162, №2. – P. 168-176.
137. Lee, D.W. Influence of mouth breathing on atopic dermatitis risk and oral health in children: A population-based cross-sectional study / D.W. Lee, J.G. Kim, Y.M. Yang // J Dent Sci. – 2022. – Vol.16, №1. – P. 178-185.
138. Lee, J.H. Diagnosis of cystic lesions using panoramic and cone beam computed tomographic images based on deep learning neural network / J.H. Lee, D.H. Kim, S.N. Jeong // Oral. Dis. – 2020. – Vol. 26. – P. 152-158.
139. Lenza, M.G. An analysis of different approaches to the assessment of upper airway morphology: a CBCT study / M.G. Lenza, M. M. Lenza, M. Dalstra, B. Melsen, P.M. Cattaneo // Orthod Craniofac Res. – 2010. – Vol. 13, №2. – P. 96-105.
140. Li, J. Effects of mouth breathing on maxillofacial and airway development in children and adolescents with different cervical vertebral maturation stages: a cross-sectional study / J. Li, Z. Zhao, L. Zheng, B. Daraqel, J. Liu, Y. Hu //BMC Oral Health. – 2022. – Vol. 22, №1. – P. 197.

141. Li, Y. Efficacy of orthodontic treatment versus adenotonsillectomy in children with moderate obstructive sleep apnoea and mandibular retrognathia: study design and protocol for a non-inferiority randomised controlled trial. / Li, Y., Lu Y, Li X, Zhao L, Guo J, Yu L, Feng J, Li B, Li X, Liu Y. // *BMJ Open*. – 2022. – Vol. 12, №4. – P.e055964.
142. Liu, C.N. Changes in Cone-Beam Computed Tomography Pediatric Airway Measurements After Adenotonsillectomy in Patients With OSA / C.N. Liu, K.T. Kang, C.J. Yao [et al.] // *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg*. – 2022. – Vol.148, №7. – P.621-629.
143. Lin, L. The impact of mouth breathing on dentofacial development: A concise review/ L. Lin, T. Zhao, D. Qin, F. Hua, H. He // *Front Public Health*. – 2022. – Vol. 8, №10. – P. e929165.
144. Linder–Aronson, S. Adenoids. Their effect on mode of breathing and nasal airflow and their relationship to characteristics of the facial skeleton and the dentition. A biometric, rhinomanometric and cephalometro–radiographic study on children with and without adenoids / S. Linder–Aronson // *Acta Otolaryngol*. – 1970. – Vol. 265. – P. 1-132.
145. Linder–Aronson, S. Cephalometric radiographs as a means of evaluating the capacity of the nasal and nasopharyngeal airway / S. Linder–Aronson, H. Holmberg // *Am. J. Orthod*. – 1979. – Vol.76. – P. 479-490.
146. Liu, C.N. Changes in Cone-Beam Computed Tomography Pediatric Airway Measurements After Adenotonsillectomy in Patients With OSA / C.N. Liu, K.T. Kang, C.J. Yao [et al.] // *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg*. – 2022. – Vol. 148, № 7. – P. 621-629.
147. Lombardo, G. Worldwide prevalence of malocclusion in the different stages of dentition: A systematic review and meta-analysis / G. Lombardo, F. Vena, P. Negri // *International Journal of Paediatric Dentistry*. – 2020. – Vol. 21, № 2. – P. 115-122.
148. Lv, C. Role of the tonsil-oropharynx ratio on lateral cephalograms in assessing tonsillar hypertrophy in children seeking orthodontic treatment / C. Lv, L. Yang, P. Ngan [et al.] // *BMC Oral Health*. – 2023. – Vol.7,№1 – P.836.

149. Magalhães, M.C. The effect of adenotonsillectomy and rapid maxillary expansion on the upper airway in pediatric obstructive sleep apnea: a randomized crossover-controlled trial / M.C. Magalhães, C.J. Soares, E.A. Araújo [et al.] // *Sleep*. – 2021. – Vol.31. – P.304.
150. Masoud, A.I. Developing pediatric three-dimensional upper airway normative values using fixed and interactive thresholds / A.I. Masoud, F.H. Alwadei, A.H. Alwadei, E.Y. Lin [et al.] // *Oral Radiol* . – 2020. – Vol.36, №1. – P.89-99.
151. McNamara, J. A. Jr. A method of cephalometric evaluation / J. A. McNamara Jr. // *American Journal of Orthodontics*. – 1984. – Vol. 86. – P. 449-469.
152. McNamara, J. A. Jr. Influence of respiratory pattern on craniofacial growth / J. A. McNamara Jr. // *Angle Orthod*. – 1981. – Vol. 51. – P. 269-300.
153. Mendonca, E.A. Clinical decision support systems: perspectives in dentistry / E.A. Mendonca // *J Dent Educ*. – 2004. – Vol.68, №6. – P.589-97.
154. Milanesi, J.M. Variables associated with mouth breathing diagnosis in children based on a multidisciplinary assessment. / J.M. Milanesi, L.C. Berwig, M. Marquezan, L.H. Schuch, A.B. Moraes, A.M.T.D. Silva, E.C.R. Correa // *Codas*. – 2018. – Vol.30, № 3. – P.20170071.
155. Mislik, B. Pharyngeal airway dimensions: a cephalometric, growth–study–based analysis of physiological variations in children aged 6–17 / B. Mislik, Hänggi MP, L. Signorelli, T.A. Peltomäki, R. Patcas // *Eur J Orthod*. – 2014. – Vol.36, № 3. – P.331-9.
156. Mitchell, R.B. Clinical Practice Guideline: Tonsillectomy in Children (Update)- Executive Summary / R.B. Mitchell, S.M. Archer, S.L. Ishman [et al.] // *Otolaryngol Head Neck Surg*. – 2019. – Vol.160, № 2. – P.187-205.
157. Monill–González, A. Artificial intelligence in orthodontics: Where are we now? A scoping review / A. Monill–González, L. Rovira–Calatayud, N.G.d'Oliveira, J.M. Ustrell–Torrent // *Orthod Craniofac Res*. – 2021. – Vol.2, № 5. – P. 6-15.
158. Moos–Salentjin, L. Moos and the functional matrix / L. Moos–Salentjin, L. Melvin // *J.Dent. Res*. – 1997. – Vol.76. – P. 1814-1817.

159. Murata, S. Towards a fully automated diagnostic system for orthodontic treatment in dentistry / S. Murata, C. Lee, C. Tanikawa, S. Date // Proc – 13th IEEE Int Conf eScience, eScience. – 2017. – P. 1-8.
160. Muto, T. A cephalometric evaluation of the pharyngeal airway space in patients with mandibular retrognathia and prognathia, and normal subjects / T. Muto, A. Yamazaki, S. Takeda // International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery. – 2008. – Vol. 37, № 3. – P. 228-231.
161. Nayyar, N. The role of medicine and technology in shaping the future of oral health / N. Nayyar, D.M. Ojcius, A.A. Dugoni // J Calif Dent Assoc. – 2020. – Vol. 48, № 3. – P. 127-130.
162. Neiva, P.D. The effect of adenotonsillectomy on the position of head, cervical and thoracic spine and scapular girdle of mouth breathing children / P.D. Neiva, L.P. Franco, R.N. Kirkwood, K. Becker, // Int J Pediatr Otorhinolaryngol. – 2018. – Vol. 107. – P.101-106.
163. Neiva, P.D. Postural disorders in mouth breathing children: a systematic review / P.D. Neiva, R.N. Kirkwood, P.L. Mendes, K. Zabjek, H.G. Becker, S. Mathur // Braz J Phys Ther. – 2018. – Vol. 22, № 1. – P. 7-19.
164. Nguyen, T.T. Use of Artificial Intelligence in Dentistry: Current Clinical Trends and Research Advances / T.T. Nguyen, N. Larrivée, A. Lee, O. Bilaniuk, R. Durand // J Can Dent Assoc. – 2021. – P. 87-117.
165. Niu, X. Novel three-dimensional methods to analyze the morphology of the nasal cavity and pharyngeal airway. / X. Niu, S. Madhan, M.A. Cornelis, P.M. Cattaneo // Angle Orthod. – 2021. – Vol. 91, №3 – P. 320-328.
166. Novruzov Z.G. Cefalomrtric characterization of stomatognathic system changes in children with distal occlusion / Novruzov Z.G. // Azerbaijan Medical Journal. – 2018. –№3 – P. –51-56.
167. Oh, E. Treatment effects of functional appliances in children with Class II malocclusion with and without morphologic deviations in the upper spine / E. Oh, S.J. Ahn, L. Sonnesen // Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2021. – Vol.160, №1 – P.41-49.

168. Oz, E. The contribution of genetics to dental caries, oral habits and occlusal traits in Turkish twins: A comparative study / E. Oz, Z. Kırzioğlu // BMC Oral Health. – 2023. – Vol.23, №1 – P:735.
169. Paolantonio, E.G. Association between oral habits, mouth breathing and malocclusion in Italian preschoolers / E.G. Paolantonio, N. Ludovici, S. Saccomanno T.G., La, C. Grippaudo // Eur J Paediatr Dent. – 2019. – Vol. 20, № 3. – P. 204-208.
170. Papantonopoulos, G. Artificial neural networks for the diagnosis of aggressive periodontitis trained by immunologic parameters / G. Papantonopoulos, K. Takahashi, T. Bountis, B.G. Loos // PLoS One. – 2014. – Vol. 9, №3 – P. e89757.
171. Pirilä–Parkkinen, K. Validity of upper airway assessment in children: a clinical, cephalometric, and MRI study / K. Pirilä–Parkkinen, H. Löppönen, P. Nieminen, U. Tolonen, E. Pääkkö, P. Pirttiniemi // Angle Orthod. – 2011. – Vol. 81, № 3. – P. 433-9.
172. Pisutsiri, N. Adenoid measurement accuracy: A comparison of lateral skull film, flexible endoscopy, and intraoperative rigid endoscopy (gold standard) / N. Pisutsiri, V. Vathanophas, P. Boonyabut, S. Tritrakarn, N. Vitayaudom, A. Tanphaichitr, K. Ungkanont // Auris Nasus Larynx. – 2022. – Vol. 49 № 2. – P. 222-228.
173. Poedjiastoeti, W. Application of convolutional neural network in the diagnosis of jaw tumors / W. Poedjiastoeti, S. Suebnukarn // Health Inform Res. – 2018. – Vol. 24 № 3. – P. 236-41.
174. Ponce-Garcia, C. Measurement error and reliability of three available 3D superimposition methods in growing patients / C. Ponce-Garcia, A.C.O. Ruellas, L.H.S. Cevidanes, C. Flores-Mir, J.P. Carey, M. Lagravere-Vich // Head Face Med. – 2020. – Vol.16, №1. – P:1.
175. Purnell, P.R. Can Symptoms Differentiate Between Chronic Adenoiditis and Chronic Rhinosinusitis in Pediatric Patients / P.R. Purnell, J.H. Ramadan, H.H. Ramadan // Ear Nose Throat J. – 2019. – Vol. 95, №5. – P. 279-282.
176. Obelenis Ryan, D.P.. Cone-beam computed tomography airway measurements: Can we trust them? / D.P. Obelenis Ryan, J. Bianchi, J. Ignácio, L.M. Wolford, J.R. Gonçalves // Am J Orthod Dentofacial Orthop. – 2019. – Vol. 156, № 1. – P. 53-60.

177. Oh E., Evaluation of growth changes induced by functional appliances in children with Class II malocclusion: Superimposition of lateral cephalograms on stable structures. / E. Oh, S.J. Ahn, L. Sonnesen // *Korean J Orthod.* – 2020. – Vol. 50, № 3. – P. 170-180.
178. Poulsen, A.R. Association between dental and skeletal maturation in Scandinavian children born between 2005 and 2010 / A.R. Poulsen, L. Sonnesen // *Acta Odontol Scand.* – 2023. – Vol. 81 № 6. – P. 464-472.
179. Proffit WR, Fields HW. The etiology of orthodontic problems. In: Proffit WR, Fields HW, editors. *Contemporary Orthodontics*. St Louis, Mo: CV Mosby; 2018. p. 112-138.
180. Ramis-Alario, A. Comparison of the diagnostic efficacy of 2D radiography and cone beam computed tomography in persistent apical periodontal disease: A PRISMA-DTA systematic review and meta-analysis / A. Ramis-Alario, D. Soto-Peñaloza, B. Tarazona-Alvarez [et al.] // *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* – 2021. – Vol.132, №4 – P.153-168.
181. Ricketts, R.M. Respiratory obstruction syndrome / R.M. Ricketts // *Am J Orthod.* – 1968. – Vol. 54. – P.495-503.
182. Roshan, M. Changes in Upper Airway Dimensions Following Orthodontic Treatment of Skeletal Class II Malocclusion with Twin Block Appliance: A Systematic Review / M. Roshan, B. Sakeenabi, Y. Althomali // *Turk J Orthod.* – 2020. – Vol. 33. – P. 59-64.
183. Savoldi, F. Reliability of lateral cephalometric radiographs in the assessment of the upper airway in children: A retrospective study / F. Savoldi, G. Xinyue, C.P. McGrath, Y. Yang, S.C. Chow, J.K.H Tsoi, M. Gu // *Angle Orthod.* – 2020. – Vol. 90, № 1. – P. 47-55.
184. Serafin, M. Accuracy of automated 3D cephalometric landmarks by deep learning algorithms: systematic review and meta-analysis / M. Serafin, B. Baldini, F. [et al.] // *Radiol Med.* – 2023. – Vol.128, №5. – P.544-555.



185. Sen, D. Artificial intelligence and the radiologist: the future in the Armed Forces Medical Services / D. Sen, R. Chakrabarti, S. Chatterjee, D. Grewal, K. Manrai // *BMJ Military Health*. – 2019. – Vol. 166. – P.254-6.
186. Schneuer, F.J., Bell KJ, Dalton C, Elshaug A, Nassar N. Adenotonsillectomy and adenoidectomy in children: The impact of timing of surgery and post-operative outcomes / F.J. Schneuer, K.J. Bell, C. Dalton [e al.] // *J Paediatr Child Health*. – 2022. – Vol.58, №9. – P.1608-1615.
187. Schwendicke, F. Artificial Intelligence in Dentistry: Chances and Challenges / F. Schwendicke, W. Samek, J. Krois // *J Dent Res*. – 2020. – Vol.99, №7. – P.769-744.
188. Shan, T. Application of Artificial Intelligence in Dentistry / T. Shan, F.R. Tay, L. Gu // *J Dent Res*. – 2021. – Vol.100, №3. – P.232-244.
189. Shen, F. Effect of Intranasal Dexmedetomidine or Midazolam for Premedication on the Occurrence of Respiratory Adverse Events in Children Undergoing Tonsillectomy and Adenoidectomy: A Randomized Clinical Trial / F. Shen, Q. Zhang, Y. Xu [et al.] // *JAMA Netw Open*. – 2022. – Vol.5, № 8. – e2225473.
190. Sin, Ç. A deep learning algorithm proposal to automatic pharyngeal airway detection and segmentation on CBCT images / Ç. Sin, N. Akkaya, S. Aksoy, K. Orhan, U. Öz // *Orthod Craniofac Res*. – 2021. – Vol.2, №3. – P.117-123.
191. Solow, B. Head posture in obstructive sleep apnoea / B. Solow, J. Ovesen, P.W. Nielsen [et al.] // *Eur J Orthod*. – 1993. – Vol. 15, № 2. – P.107-114.
192. Stupp, F. Diagnostik und Therapie der adenotonsillären Hyperplasie im Kindesalter [Diagnostics and treatment of adenotonsillar hyperplasia in children] / F. Stupp, A.S. Grossi, J. Lindemann // *HNO*. – 2020. – Vol. 68, №3. – P. 215-226.
193. Subramanian, A.K. Cephalometric Analysis in Orthodontics Using Artificial Intelligence–A Comprehensive Review / A.K. Subramanian, Y. Chen, A. Almalki, G. Sivamurthy, D. Kafle // *Biomed Res Int*. – 2022. – Vol. 16, № 234. – P.1880113.
194. Sun, Y.L. Effects of adenoidectomy or adenotonsillectomy on the cardiovascular system in children: a meta-analysis / Y.L. Sun, B. Yuan, F. Kong, X.M. Li // *Eur Arch Otorhinolaryngol*. . – 2022. – Vol.279, № 3. – P. 1147-1156.

195. Talebian, S. Comparison of adenoid size in lateral radiographic, pathologic, and endoscopic measurements / S. Talebian, G. Sharifzadeh, I. Vakili, S.H. Golboie // *Electron Physician*. – 2018. – Vol. 10, № 6. – P.6935-6941.
196. Thawri, S.R. 3D Technology Used for Precision in Orthodontics / S.R. Thawri, P. Paul, A. Reche, H.P. Rathi // *Cureus*. – 2023. – Vol.15, №10. – P.47170.
197. Thijs Z, Bruneel L, De Pauw G, Van Lierde KM. Oral Myofunctional and Articulation Disorders in Children with Malocclusions: A Systematic Review. *Folia Phoniatr Logop*. – 2022. – Vol.74, №1. – P.1-16.
198. Tipold, A. Efficacy of Adenoidectomy for the Treatment of Mild Sleep Apnea in Children / A. Tipold, T. Vazifedan, C.M. Baldassari // *Otolaryngol Head Neck Surg*. – 2021. – Vol.164, №3. – P.657-661.
199. Topol, E.J. Deep medicine: how artificial intelligence can make healthcare human again / Topol E.J. – 1st ed. New York: Basic Books; 2019. 400 p.
200. Traebert, E. Nutritional and non-nutritional habits and occurrence of malocclusions in the mixed dentition / E. Traebert, F.A. Zanini, R.D. Nunes, J. Traebert // *An Acad Bras Cienc*. – 2020. – Vol. 17, № 92. – P. e20190833.
201. Tse, K.L. Prevalence of adenoid hypertrophy among 12-year-old children and its association with craniofacial characteristics: a cross-sectional study / K.L. Tse, F. Savoldi, K.Y. Li [et al. ] // *Prog Orthod*. – 2023. – Vol.24, №1. – P. 31.
202. Vidigal, B.C. Are computed tomography 3D measurements of the upper airways in mouthbreathing children in agreement with the ENT clinical diagnosis of obstruction? / B.C. Vidigal, C.M. Mordente, P.L. Cheib, F.R., Manzi L.P. Franco, H.M.G. Becker, B.Q. Souki // *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*. – 2019. – Vol. 85. – P. 213-221.
203. Vidya, G. Comparison of 3 dimensional airway volume in class I patients, class II and class III skeletal deformities / G. Vidya, B. Dinesh, R. Balakrishna, A.M. Khan // *European Journal of Molecular & Clinical Medicine*. – 2020. – Vol. 7, № 9. – P. 1219-1221.

204. Vishwanathaiah, S. Artificial Intelligence Its Uses and Application in Pediatric Dentistry: A Review / S. Vishwanathaiah, H.N. Fageeh, S.B. Khanagar, P.C. Maganur // *Biomedicines*. – 2023. – Vol. 11, № 13. – P.788.
205. Wang, H. Effect of adenoid hypertrophy on the upper airway and craniomaxillofacial region / H. Wang, X. Qiao, S. Qi, X. Zhang, S. Li // *Transl Pediatr*. – 2021. – Vol. 10, № 10. – P. 2563-2572.
206. Wang, R. Pediatric Adenotonsillectomy Trial for Snoring (PATS): protocol for a randomised controlled trial to evaluate the effect of adenotonsillectomy in treating mild obstructive sleep-disordered breathing. / R. Wang, J.P. Bakker, R.D. Chervin [et al.] // *BMJ Open*. – 2020. – Vol. 10, № 3. – P.e033889.
207. Wang, Z., Feng J, Wang Q, Yang Y, Xiao J. Analysis of the correlation between malocclusion, bad oral habits, and the caries rate in adolescents. *Transl Pediatr*. 2021 Dec;10(12):3291-3300.
208. Xu, J. Li X, Liu X, Li S, Lu Y. Prevalence and Influencing Factors of Mixed Dentition Malocclusion in Children Aged 6-12 Years in Jinzhou, China. / J. Xu, X. Li, X. Liu, S. Li, Y. Lu // *Oral Health Prev Dent*. – 2023. – Vol. 21, № 1. – P. 163-170.
209. Xu, Q. Craniofacial and upper airway morphological characteristics associated with the presence and severity of obstructive sleep apnea in Chinese children / Q. Xu, X. Wang, N. Li et al. // *Front Pediatr*. – 2023. – Vol.31, № 11. – P:1124610.
210. Yoon, A. Impact of rapid palatal expansion on the size of adenoids and tonsils in children / A. Yoon, M. Abdelwahab, R. Bockow et al. // *Sleep Med*. – 2022. – Vol.92. – P.96-102.
211. Zadrozny, L. Artificial Intelligence Application in Assessment of Panoramic Radiographs / L. Zadrozny, P. Regulski, K. Brus–Sawczuk, M. Czajkowska, L. Parkanyi, S. Ganz, E. Mijiritsky // *Diagnostics (Basel)*. – 2022. – Vol. 12, № 1. – P. 224.
212. Zhao, T. Automated Adenoid Hypertrophy Assessment with Lateral Cephalometry in Children Based on Artificial Intelligence / T. Zhao, J. Zhou, J. Yan,

- L. Cao, Y. Cao, F. Hua, H. He // *Diagnostics (Basel)*. – 2021. – Vol. 11, № 8. – P. 1386.
213. Zhao, Z. Effects of mouth breathing on facial skeletal development in children: a systematic review and meta-analysis / Z. Zhao, L. Zheng, X. Huang, C. Li, J. Liu, Y. Hu // *BMC Oral Health*. – 2021. – Vol. 21, № 1. – P. 108.
214. Zheng, W. Facial morphological characteristics of mouth breathers vs. nasal breathers: A systematic review and meta-analysis of lateral cephalometric data / W. Zheng, X. Zhang, J. Dong, J. He // *Exp Ther Med*. – 2020. – Vol.19. – P. 3738-3750.
215. Zimmerman, J.N. Vora SR, Pliska BT. Reliability of upper airway assessment using CBCT / J.N. Zimmerman, S.R. Vora, B.T. Pliska // *Eur J Orthod*. – 2019. – Vol.41, № 1. – P.101-108.

## 4.7. Приложения

### Приложение 1

Патент РФ на изобретение № 2813296 «Способ биометрической диагностики моделей челюстей с использованием цифровых технологий» от 09.02.2024 г.

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(19) **RU** (11) **2 813 296** (13) **C1**

(51) МПК

[A61C 5/00 \(2006.01\)](#)

[A61B 6/02 \(2006.01\)](#)

[G16H 30/20 \(2018.01\)](#)

(52) СПК

[A61C 5/00 \(2023.08\)](#)

[A61B 6/02 \(2023.08\)](#)

[G16H 30/20 \(2023.08\)](#)

#### (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

Статус: действует (последнее изменение статуса: 10.02.2024)  
Пошлина: Установленный срок для уплаты пошлины за 3 год: с 25.01.2024 по 24.01.2025. При  
уплате пошлины за 3 год в дополнительный 6-месячный срок с 25.01.2025 по 24.07.2025  
размер пошлины увеличивается на 50%.

(21)(22) Заявка: [2023101495](#), 24.01.2023

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
24.01.2023

Дата регистрации:  
09.02.2024

Приоритет(ы):  
(22) Дата подачи заявки: 24.01.2023

(45) Опубликовано: [09.02.2024](#) Бюл. № 4

(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: RU 2671519 C1, 01.11.2018. RU  
2693993 C1, 08.07.2019. RU 2709684 C1,  
19.12.2019. RU 2436538 C1, 20.12.2011.  
EZHOV M. et al. Clinically applicable  
artificial intelligence system for dental  
diagnosis with CBCT. Sci Rep. 2021; 11:  
15006. REVILLA-LEON M. et al. Artificial  
intelligence applications in restorative  
dentistry: A systematic review. J

(72) Автор(ы):

Балашова Мария Евгеньевна (RU),  
Хабадзе Зураб Суликоевич (RU),  
Абрамов Алексей Юрьевич (RU),  
Морданов Олег Сергеевич (RU),  
Макеева Мария Константиновна (RU),  
Абдулкеримова Саида Маликовна (RU),  
Бакаев Юсуп Андарбекович (RU),  
Гаджиев Фахри Яшар оглы (RU),  
Даштиева Марина Юзбеговна (RU),  
Умаров Адам Юнусович (RU),  
Бадалов Фикрет Витальевич (RU),  
Генералова Юлия Алексеевна (RU),  
Куликова Алёна Алексеевна (RU),  
Карнаева Амина Сабировна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Общество с ограниченной  
ответственностью "Ваш личный доктор"  
(RU)

## Приложение 2

Патент РФ на изобретение № 2811262 «Способ оценки состояния верхних дыхательных путей с использованием цифровых технологий» от 11.01.2024 г.



### Приложение 3

Анкета информированности населения по вопросам нарушения носового дыхания

1. Знаете ли Вы что такое ротовое дыхание (дыхание через рот)?

- Да
- Нет
- Затрудняюсь ответить

2. Является ли ротовое дыхание нормой по Вашему мнению?

- Да
- Нет
- Затрудняюсь ответить

3. Наблюдаете / наблюдали ли Вы ротовое дыхание у Вашего ребенка?

- Да
- Нет
- Затрудняюсь ответить

4. Запивает ли Ваш ребенок еду?

- Да
- Нет
- Затрудняюсь ответить

5. Каковы на Ваш взгляд могут быть причины развития ротового дыхания у ребенка?

6. К каким последствиям на Ваш взгляд может привести ротовое дыхание?

7. У врачей каких специальностей Вы были на консультации по поводу ротового дыхания Вашего ребенка?

- У врача-стоматолога / врача-ортодонта
- У ЛОР-врача
- У врача-педиатра
- У врача другой специальности (укажите какой ...)
- Не консультировались

Дата «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ г.

Подпись Пациента \_\_\_\_\_

## Приложение 4

Алгоритм проведения оценки состояния верхних дыхательных путей с использованием КЛКТ

Требования к проведению КЛКТ (условия сканирования, обеспечивающие максимальную точность исследования):

- 1) Минимальный размер FOV 15 \*15 см
- 2) Позиционирование головы в цефалостате — естественное (natural head position), в смыкание зубов привычной окклюзии, рот закрыт
- 3) Пациент дышит носом, не глотает

Рентгенологические границы областей исследования представлены в таблице (таб. 1)

Таблица 1 – Рентгенологические границы исследуемых областей ВДП

Область	Граница		
	Верхняя	Нижняя	Передняя
Носоглотка	основание черепа	линия, проведенная через заднюю носовую ость (PNS)	линия, соединяющая точки S (центр турецкого седла) и PNS
Ротоглотка	линия, проведенная через заднюю носовую ость (точку PNS)	верхний край надгортанника	контуры мягкого неба и корня языка
Гортаноглотка	верхний край надгортанника	верхний край четвёртого шейного позвонка	контуры надгортанника

### 1. Носоглотка

1.1 Сагиттальный размер носоглотки (UPW) - расстояние в передне-заднем направлении от точки на заднем крае передне-верхней трети мягкого неба (точка U) до ближайшей точки на задней стенке глотки.

Норма у детей до 12 лет в среднем 15–20 мм (по McNamara). Расстояние менее 15 мм свидетельствует о сужении дыхательных путей на уровне носоглотки.

1.2 Объёмный размер носоглотки



Программа автоматически воспроизводит объёмный рендеринг носоглотки от передней и верхней границы до нижней границы с цветовым кодированием, значение объёма указывается в см<sup>3</sup>.

### 1.3 Глоточная миндалина, аденоидный индекс (A/N ratio)

Линия В (линия переднего края основания черепа) – линия, проведенная вдоль прямой части переднего края основания затылка, соединяющая точки Ва (нижняя точка переднего края большого затылочного отверстия) и Ar (точка, образованная пересечением задней части мышелка с нижней поверхностью основания черепа).

Линия А (линейный размер аденоида) – перпендикуляр между самой наружной точкой выпуклости тени глоточной миндалины (точкой А) и линией В. Линия N (линейный размер носоглотки)– перпендикуляр между точкой PNS и линией В.

Соотношение линейных измерений A/N указывает на степень увеличения глоточной миндалины (индекс гипертрофии глоточной миндалины или аденоидный индекс). Значение индекса представлено в таблице (таблица 2). По реформату ТРГ или КЛКТ рассчитывается рентгенологическая степень гипертрофии.

Таблица 2 – Значение индекса A/N

Относительная норма	$\leq 0.40$
1 степень гипертрофии	0.41- 0.59
2 степень гипертрофии	0.60- 0.79
3 степень гипертрофии	$> 0.80$

## 2. Ротоглотка

2.1 Сагиттальный размер ротоглотки на уровне мягкого неба (MPW) - расстояние в передне-заднем направлении от верхушки язычка (точка М) до ближайшей точки на задней стенке глотки.

Сагиттальный размер ротоглотки на уровне корня языка и угла нижней челюсти (LPW) - расстояние в передне-заднем направлении от точки пересечения задней границы языка и нижней границы угла нижней челюсти (точка L) до ближайшей

точки на задней стенке глотки. Норма для детей до 12 лет в среднем 11–14 мм (по McNamara).

## 2.2 Объёмный размер ротоглотки

Программа автоматически воспроизводит объёмный рендеринг ротоглотки от передней и верхней границы до нижней границы с цветовым кодированием, значение объёма указывается в см<sup>3</sup>.

## 2.3 Небные миндалины

Границы тени небных миндалин определяются в коронарной проекции на уровне нижней трети второго шейного позвонка. Вертикальный (ТН) и поперечный (ТW) размер миндалин были измерены на уровне верхней и нижней границы миндалины соответственно на коронарном срезе, а длина (ТL) между передним и задним краем тени миндалины - на сагиттальном срезе. Поперечный размер (ТW) измеряли между парафарингеальной жировой клетчаткой с латеральной стороны до края максимальной выпуклости медиальной поверхности миндалины. Размер небной миндалины на боковых реформатах ТРГ из КЛКТ характеризуется высотой ТН (наибольший размер в вертикальном направлении) и длиной ТL (наибольший размер в сагиттальном направлении), которые можно измерить на сагиттальном срезе.

Субъективное определение степени гипертрофии проводится в коронарном срезе: 1 степень - миндалины подходят на одну четверть к средней линии; 2 степень - миндалины подходят на половину к средней линии; 3 степень - миндалины проходят на одну четверть за среднюю линию; 4 степень – полная обструкция просвета ВДП миндалинами).

Объективное определение степени обструкции ротоглотки проводится с помощью индекса степени обструкции: формула -  $TW/LPW*100\%$ . Обструкция ротоглотки развивается при значении более 50%.

## 2.2 Язык

Размер языка характеризуется длиной (ТL) – расстояние от точки верхушки языка (ТТ) до точки углубления между краем надгортанника и корнем языка —

валлекулы (V) и высотой (ТН) – перпендикуляр от самой верхней точки спинки языка (Н) к линии TL.

### **3. Гортаноглотка**

3.1 Сагиттальный размер гортаноглотки (HW) - измеряется от нижнего края второго шейного позвонка до ближайшей точки на задней стенке глотки.

3.2 Программа автоматически воспроизводит объёмный рендеринг гортаноглотки от верхней до нижней границы с цветовым кодированием, числовое значение объёма указывается в см<sup>3</sup>.

### **4. Минимальное сагиттальное линейное измерение**

PASmin — это наиболее суженное сагиттальное расстояние дыхательных путей, представленное линией, проходящей от передней к задней стенке глотки (другое название MSLD – минимальное сагиттальное линейное измерение), измеряется в мм.

### **5. Площадь минимального поперечного сечения**

Минимальная площадь поперечного сечения (MCSA) в области самого суженного участка верхних дыхательных путей, измеряется в мм<sup>2</sup>.

### **6. Общий объем (total area)**

Программа автоматически воспроизводит объёмный рендеринг ВДП от верхней и передней границы носоглотки до нижней границы гортаноглотки с цветовым кодированием, значение объёма указывается в см<sup>3</sup>.