

**Министерство здравоохранения Российской Федерации
ГБОУ ВПО «Российский национальный исследовательский
медицинский университет имени Н.И. Пирогова»**

На правах рукописи

Дегтярева Дарья Витальевна

**Объективные неинвазивные методы исследования
голосовой функции у детей**

14.01.03 — болезни уха, горла и носа

Диссертация

на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Научный руководитель:

д.м.н. Радциг Е.Ю.

Москва-2014

Оглавление

Список сокращений	4
Введение	5
Глава 1. Обзор литературы	11
1.1. Морфофункциональное развитие голосового аппарата у ребенка	11
1.2. Субъективные методы исследования голосовой функции у детей	17
1.3. Развитие объективных неинвазивных методов исследования голосовой функции у детей	18
1.3.1. Эндоскопическое исследование	18
1.3.2. Акустический анализ голоса	20
1.3.3. Электроглоттографическое исследование	23
Резюме к главе 1	27
Глава 2. Материалы и методы исследования	29
2.1. Общая характеристика пациентов	29
2.2. Методы исследования	32
2.2.1. Анамнестический метод исследования	32
2.2.2. Инструментальный осмотр ЛОР-органов	33
2.2.3. Оптическая эндоскопия гортани	34
2.2.4. Акустический анализ голоса	35
2.3.5 Электроглоттография	40
2.4. Статистический анализ данных	46
Резюме к главе 2	47
Глава 3. Нормативные данные показателей акустического анализа голоса и электроглоттографии в различные периоды становления голоса у детей и подростков	48
3.1. Акустические параметры голоса у здоровых детей в домутационном периоде	48

3.2. Акустические параметры голоса у здоровых детей в мутационном периоде	54
3.3. Акустические параметры голоса у здоровых детей 16–18 лет.....	60
3.4. Особенности качества голоса у здоровых детей по данным электроглоттографии. Средние возрастные показатели	63
Резюме к главе 3	71
Глава 4. Значимость методов акустического анализа голоса и электроглоттографии в комплексном обследовании детей и подростков с дисфонией различного генеза	73
4.1. Характеристика электроглоттографических и акустических параметров голоса у детей с острым ларингитом	74
4.2. Характеристика электроглоттографических и акустических параметров голоса у детей с хроническим ларингитом.....	79
4.3. Характеристика электроглоттографических и акустических параметров голоса у детей с узелками голосовых складок	87
4.4. Характеристика электроглоттографических и акустических параметров голоса у детей с гипотонусной дисфонией.....	92
4.5. Характеристика электроглоттографических и акустических параметров голоса у детей с травмой гортани.....	94
Резюме к главе 4	101
Заключение	103
Выводы	112
Практические рекомендации.....	113
Список литературы	114

Список сокращений

- ААГ — акустический анализ голоса
- ВМФ — время максимальной фонации
- ГС — голосовая складка
- ГЭРБ — гастроэзофагеальная рефлюксная болезнь.
- НО — надскладковый отдел гортани
- УГС — узелки голосовых складок
- ЧОТ — частота основного тона
- ЭГГ — электроглоттография
- СQ — коэффициент контакта
- DSI — индекс выраженности дисфонии (Dysphonia Severity Index)
- F0 — частота основного тона
- Fdelta — частотный диапазон
- Fmax — максимальная частота голоса
- Fmin — минимальная частота голоса
- GNE — соотношение сигнал/шум
- IQ — индекс контакта
- Irregularity — нерегулярность
- Jitter — вариабельность по частоте
- Lx — электроглоттографическая волна
- Mpt (ВМФ) — время максимальной фонации (Maximal phonation time)
- Noise — шум
- OQ — коэффициент открытой фазы
- Overall Severity — показатель огрубления
- QC — коэффициент закрытия
- Qx — коэффициент закрытия
- Ratio — коэффициент
- Shimmer — вариабельность по амплитуде
- Sp — речевой сигнал
- SPLdelta — силовой диапазон
- SPLmax — максимальная сила голоса
- SPLmin — минимальная сила голоса

Введение

Актуальность проблемы

Голос - индивидуальная особенность человека, средство межличностного общения [48]. Проблема его диагностики, лечения и гигиены особенно значима в процессе социальной адаптации, развития и становления личности [102]. Растущий процент различных нарушений голоса (от 6% до 49%), особенно среди детей и подростков, делает проблему повышения качества и доступности диагностики голосовых расстройств особенно актуальной [4, 6, 9, 44, 46, 49, 56, 59, 75, 105].

Длительное или стойкое нарушение голоса может приводить к длительной потере трудоспособности, повлечь за собой стойкую нетрудоспособность вплоть до инвалидизации. Нарушения голоса довольно часто возникают и у детей, хотя процент обращения за медицинской помощью выше у взрослых [3, 7]. Дисфония не сопровождается резким повышением температуры тела и болью в горле (за исключением ситуаций, когда они входят в симптомокомплекс острых воспалительных заболеваний гортани), что снижает мотивацию обращения за помощью к специалисту [51, 54, 55]. Это ведет к поздней диагностике и, как следствие, — к медико-социальным потерям, удлинению и увеличению кратности курса лечения, увеличению количества койко-дней, проведенных в стационаре, пропуску занятий детьми и подростками в школе, в институте, выплатам пособий по уходу за ребенком родителям [3, 13, 24, 47].

Нарушения голоса снижают качество жизни пациентов, напрямую влияя на социальную и коммуникативную сферу их жизни [1, 15, 40, 58]. Для ребенка в процессе роста и развития крайне важно взаимодействовать с окружающим миром, а ведущим способом с определенного этапа является общение, основанное на речевых и навыках [42, 44].

Нарушение голоса — междисциплинарная проблема, с которой сталкиваются не только врачи-оториноларингологи, но и представители других специальностей (логопеды, фониатры, фонопедагоги, акустики). На

сегодняшний день в отечественной медицине отсутствуют четкие стандарты диагностики голосовых расстройств у детей, что способствует позднему выявлению и хронизации данной патологии. В настоящее время сохраняется необходимость в улучшении диагностики и лечения различных нарушений голоса у детей. Состояние голосовой функции — одна из наименее изученных областей оториноларингологии. Сведения о характере и частоте нарушений голоса у детей немногочисленны и достаточно противоречивы. Существует ряд заболеваний и состояний, таких как ушиб, парез и паралич гортани, мутационная дисфония, требующих особого тщательного подхода в проведении дифференциального диагноза. Высказываются различные взгляды на тактику ведения таких пациентов. Особую значимость в педиатрической практике приобретают объективные неинвазивные методы исследования голосовой функции [11].

Объективная оценка нарушений голосовой функции с учетом её особенностей в разных периодах детства, а также изменение этих данных в динамике позволяют не только заподозрить отклонение от нормы, но и судить об эффективности проводимого лечения. Она позволяет расширить и углубить теоретические представления о деятельности функциональной системы голосообразования.

Применение современных объективных методов исследования функционального состояния голосового аппарата, таких как акустический анализ голоса и электроглоттография (ААГ, ЭГГ) дает возможность выявлять даже незначительные изменения, которые невозможно интерпретировать без учета возрастной нормы.

На сегодняшний день в доступной литературе отсутствуют нормативные показатели голосовой функции у детей по данным ЭГГ. Сведения о значениях ААГ в литературе встречаются, но для детей и подростков, обучающихся в специализированных музыкальных образовательных учреждениях [37, 61].

Данных по нормативным показателям ААГ для детей раннего и младшего возраста нами в доступной литературе не найдено.

Все это и определяет интерес к проблеме улучшения и объективизации диагностики у детей с дисфонией различного генеза.

Цель исследования — оценить значимость объективных методов исследования голосовой функции у детей в диагностике голосовых расстройств.

Задачи исследования

1. Определить нормативные показатели голоса у детей в зависимости от пола и возраста по данным ЭГГ и ААГ.

2. Оценить наличие или отсутствие изменений показателей ЭГГ и ААГ при дисфонии различного генеза.

3. Оценить значимость и достоверность методов ААГ и ЭГГ для диагностики и оценки эффективности проводимого лечения у детей с дисфонией различного генеза.

Объекты и методы исследования

В исследование включено 473 ребенка в возрасте 4–18 лет. Для определения нормативных показателей ЭГГ и ААГ обследованы 394 здоровых ребенка (I группа). Для определения эффективности методов ЭГГ и ААГ при оценке качества проводимого лечения обследованы 79 детей с жалобами на дисфонию (II группа).

Для обследования детей всех групп нами использованы клинические (сбор анамнеза, общий осмотр врача оториноларинголога) и клинико-инструментальные (оптическая эндоскопия гортани, эндовидеоларингостробоскопия, ААГ и ЭГГ) методы.

Научная новизна

Впервые установлены нормативные показатели голосовой функции у детей разных возрастных групп по данным электроглоттографического исследования.

Приведены собственные данные показателей ААГ и ЭГГ у детей разных возрастных групп.

Впервые оценена достоверность и значимость метода ЭГГ в диагностике и оценке эффективности лечения голосовых расстройств у детей.

Проведен сравнительный анализ различных методов исследования голосового аппарата у детей разных возрастных групп, что позволило установить диагностическую ценность каждого метода и его информативность в процессе лечения.

Практическая значимость работы

Определены нормативные показатели ЭГГ для каждого из периодов становления голоса с учетом пола пациента.

Показана значимость различных методов обследования в диагностике голосовых расстройств у детей.

Приведены показатели ААГ и ЭГГ у детей с различной органической патологией в динамике (до, во время и после лечения).

Внедрение в практику

Полученные данные апробированы и внедрены в ЛОР-отделении ГБУЗ МДГКБ ДЗМ, ЛОР-отделении Тушинской ДКБ. Методы обследования больных используются при обучении студентов IV и V курсов, ординаторов кафедры болезней уха, горла и носа педиатрического факультета ГБОУ ВПО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России.

Основные положения и результаты работы доложены на II-м Петербургском форуме оториноларингологов (Санкт-Петербург, 2013).

Апробация работы

Апробация диссертационной работы состоялась на заседании сотрудников кафедры болезней уха, горла и носа педиатрического факультета ГБОУ ВПО «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Минздрава России 21.10.2013 г. (протокол №96/110).

Публикации

По теме диссертации опубликовано 5 печатных работ, из них 4 — в изданиях, рекомендуемых ВАК Минобрнауки РФ.

Личный вклад автора

Автором лично сформирована программа исследования, разработаны первичные учетные документы и проведено специальное клинико-инструментальное и эндоскопическое обследование детей. Участие автора составляет: сбор первичных материалов — 95%; клиническое обследование пациентов и анализ результатов — 95%. Анализ и обобщение материалов по всем направлениям исследования проведены лично автором (100%).

Объем и структура работы

Диссертационная работа изложена на 124 страницах машинописного текста и состоит из введения, обзора литературы, трех глав собственных исследований, заключения, выводов и практических рекомендаций. Список литературы включает 110 библиографических источников, в том числе 64 работы отечественных и 46 — зарубежных авторов. Диссертация иллюстрирована 45 рисунками и 34 таблицами.

Основные положения, выносимые на защиту

1. Нормативные показатели электроглоттографии и акустического анализа голоса у детей и подростков в разных возрастных периодах.

2. ЭГГ — объективный неинвазивный метод скрининг-диагностики голосовых нарушений у детей и подростков, который может применяться различными специалистами (оториноларингологами, педиатрами, фонопедагогами).

3. Отклонение от нормативных показателей ЭГГ является показанием для проведения дополнительного эндоскопического обследования.

4. Использование данных ЭГГ в практике врача оториноларинголога для оценки эффективности проводимого лечения.

Глава 1. Обзор литературы

1.1. Морфофункциональное развитие голосового аппарата у ребенка

Голос (его параметры и характеристики) меняется по мере роста и взросления ребенка, что должно учитываться при оценке его качества [36, 50, 62]. Это связано с изменением структур гортани в процессе филогенеза. Оценивая качество голоса, необходимо четко представлять возрастное морфофункциональное состояние голосового аппарата в целом [37, 53, 69, 79, 81].

Каждому этапу онтогенеза свойственны определенный уровень адаптации, конкретные возрастные особенности обмена, структуры и функции организма. Все это определяет возрастную специфику функционирования различных систем организма, в том числе системы голосообразования, имеющей обширные и многочисленные связи с важнейшими органами и системами.

Голос появляется у человека с момента рождения как врожденный безусловный защитный рефлекс, и его функциональная система формируется еще внутриутробно [8, 18, 21, 52].

Ряд авторов указывают, что гортань новорожденных относительно больше, чем у взрослых, а трахея — меньше. У детей надгортанник стоит прямо, он длиннее, чем у взрослого, и имеет подковообразную форму [10, 64]. Другие исследования свидетельствуют о том, что уровень расположения гортани по отношению к мягкому небу у человека с возрастом меняется в сторону опускания гортани — отдаления надгортанника от мягкого неба [64]. У 32-недельного плода надгортанник находится на уровне хоан. У годовалого ребенка он касается корня языка, а иногда находится и выше. С возрастом гортань опускается, благодаря чему создаются благоприятные условия для модуляции голоса и последующего формирования речи. У взрослого человека функциональная связь мягкого неба с гортанью — это

рефлекторная связь. Когда язычок мягкого неба, имеющийся только у человека, соприкасается с задней стенкой, возникают импульсы, рефлекторно вызывающие перестройку голосовых складок и изменение уровня стояния гортани. Считается, что язычок мягкого неба является пусковой зоной для возникновения рефлекторной регуляции актов дыхания, глотания и фонации [2].

Длина голосовых складок у новорожденных составляет 3 мм; постепенно она увеличивается до 5,5 мм к концу первого года. В течение детства она доходит до 6–8 мм без различий между мальчиками и девочками, а в пубертатный период длина составляет приблизительно 12–15 мм. Ширина голосовой щели в покое после 1-го года жизни составляет 3,0 мм, а при максимальном расширении — 6,0 мм. В пубертатный период эти два размера составляют 5,0 и 12,0 мм соответственно [71]. С увеличением длины голосовых складок увеличивается мышечная стабильность и развивается корковый контроль. Особенности развития мышц гортани, более позднее оформление голосовой мышцы обуславливают фальцетный механизм голосообразования в первые 10 лет жизни ребенка, когда голосовой складкой управляет в основном перстнещитовидная мышца. Разницы в устройстве голосового аппарата у мальчиков и девочек в этом возрасте не отмечается.

В течение всего жизненного цикла происходит процесс последовательного становления, перестройки и угасания всех систем организма, в том числе и голосового аппарата. К.В. Судаков (1987), называя процесс возрастным системогенезом, разделяет его на три основных периода [60]:

- становление функциональной системы в онтогенезе, происходящее до половозрелого возраста;
- зрелое состояние;
- угасание и деструкция функциональной системы при старении организма.

В отличие от К.В. Судакова, А.Е. Aronson (1990) рассматривает следующие периоды развития голоса у детей: пренатальный (до момента рождения), младенчество (от рождения до 2 лет), ранний детский возраст (2–5 лет), средний детский возраст (5–9 лет), позднее детство (от 9 лет до начала пубертатного периода), ранний взрослый период, или пубертат (обычно 12–15 лет), средний взрослый период (15–18 лет) и окончательное взросление (19–21 год) [66].

Ю.Е. Степанова (2005) разделяет детей по возрастам на пять групп: 1) до 7 лет; 2) 8–10 лет; 3) предмутационный период (11–12 лет); 4) период мутации (13–14 лет); 5) постмутационный период (15–16 лет) [57].

Л.Б. Дмитриев и соавт. (1990) выделяют четыре периода в развитии голоса у детей: дошкольный (до 7 лет), домутационный (7–13 лет), мутационный (13–15 лет) и постмутационный (15–17 лет) [30].

Ряд зарубежных авторов особое внимание уделяет становлению голоса у детей до года, изучая голос детей начиная с периода новорожденности. Используют такие объективные показатели как изменение диапазона (физиологического, фонационного); частота основного тона (ЧОТ); время максимальной фонации (ВМФ); скорость воздушного потока [67, 76]. Изучая голос грудных детей, Starl (1978) выделил следующие возрастные периоды [65]:

- I — 0–8 нед — рефлекторная вокализация;
- II — 8–12 нед — стадия воркования;
- III — 16–30 нед — стадия вокальной игры.

Большое влияние на формирование голосового аппарата, особенно в период мутации, оказывают половые гормоны [80]. Это влияние и обеспечивает, вероятно, неравномерный рост голосового аппарата. В гортани под влиянием особого трофического действия гонад отмечаются морфологические изменения не только её скелета, но также и мускулатуры, слизистой оболочки, кровоснабжения и иннервации. В предмутационный и мутационный периодах происходит выброс в кровь половых гормонов: у

мальчиков тестостерона (максимальный уровень его достигает 4,5–5,21 ммоль/л), у девочек — фоллитропина до максимального уровня 3,26–4,85 ммоль/л. Под влиянием гормонов на основе морфологических изменений происходят и заметные изменения: голос мальчиков понижается на одну октаву, девочек — приблизительно на одну терцию. Н.Д. Орлова (1966) в своей классификации в большей степени конкретизирует понятие «домутационного периода» (12–13 лет), который является важным подготовительным этапом перед мутацией голоса, когда оформляется нервно-мышечная система голосового аппарата и начинается более интенсивный рост гортани [43]. В этот период появляются первые признаки приближающейся мутации: отмечается сужение диапазона голоса, утрачиваются высокие ноты, появляется быстрая утомляемость. Голос становится жестче, напряженнее. При ларингоскопии можно наблюдать повышенную инъецированность сосудов, скопление слизи на голосовых складках.

Мутационный период развития голоса или период мутации (от лат. *mutatio* — изменение, перемена) подразумевает в своей основе принципиальные изменения физического и эмоционального статуса, которые происходят под влиянием возрастной эндокринной перестройки [70, 72].

Спокойно протекающая мутация — физиологический процесс, который не требует никакой терапии, кроме охранительного голосового режима.

По мнению А.Е. Aronson (2009), мутации голоса способствуют следующие физиологические процессы [65]:

- значительное увеличение жизненной емкости легких, развивающееся вторично с увеличением размера и длины грудной мускулатуры;
- увеличение длины и ширины шеи;
- опущение гортани, за счет чего увеличивается длина и ширина глотки и, соответственно, резонаторной системы.

Основные отличия роста гортани во время мутации в зависимости от пола — его интенсивность и направление. Рост гортани у мальчиков

проходит как в продольном, так и поперечном направлениях. Увеличиваются в размерах все хрящи, однако наиболее заметным является рост щитовидного хряща с образованием на передней поверхности шеи «адамова яблока». В процессе роста голосовые складки у мальчиков удлиняются приблизительно на 10 мм и достигают 20–25 мм, что соответствует их 1,5-кратному увеличению. Мутационная перестройка у девочек наступает обычно на год раньше, чем у мальчиков, с появлением первых менструаций. При этом рост гортани происходит гораздо медленнее и осуществляется за счет щитовидного, перстневидного и черпаловидного хрящей. Женская гортань более низкая, углы ее более округлены. В процессе роста голосовые складки у девочек удлиняются примерно на 4 мм, достигая размеров 15–17 мм, что соответствует их увеличению на одну треть [89].

Изменения голоса в пубертатном периоде в зависимости от пола также имеют существенные отличия. По истечении периода мутации высота голоса у мальчиков понижается приблизительно на октаву, у девочек — только на 3–4 полутона [96]. Меняется и механизм голосообразования: на смену фальцетному, характеризующемуся натяжением и смыканием краев голосовых складок и головным резонированием, формируется новый способ голосообразования, при котором фонация осуществляется всей массой голосовых складок. Данный процесс наиболее заметен у мальчиков, проявляясь снижением основной частоты до 100 Гц [85, 90].

Несмотря на перечисленные особенности, характер течения мутационного периода как у мальчиков, так и у девочек индивидуален. Процесс мутации может сопровождаться изменениями общего состояния: наблюдаются повышенная нервная возбудимость, функциональная лабильность нервной системы, быстрая психическая и физическая утомляемость [91, 94, 99].

Н.Д. Орлова (1966) указывает, что «между возрастными периодами нет точных границ, мы не можем эти границы определить одинаково для каждого ребенка. Поэтому и требуется тщательное, постоянное наблюдение

за изменениями в голосе детей, особенно, после 10 лет, когда постепенно начинают выявляться возрастные изменения, отражающиеся на качестве голоса»[43].

В классической анатомии гортани есть утверждение, что возвратный гортанный нерв отвечает за двигательную иннервацию собственных мышц гортани (за исключением крикотиреоидной мышцы) и чувствительную иннервацию над- и подскладочного пространств [26, 27, 28]. Это традиционное представление об иннервации гортани эволюционировало в более современную модель в результате проведенных исследований с использованием микроскопии срезов, специальной техники прокрашивания нервов и внимательного изучения анатомических взаимоотношений нервов во время операций на щитовидной железе. Эти изыскания выявили взаимосвязь между четырьмя нервами, иннервирующими гортань. Теперь кажется не столь явным представление о раздельном влиянии на верхний и нижний уровни иннервации в самой голосовой щели и подскладковом пространстве. У верхних и нижних гортанных нервов имеется значительно больше соединений, чем в хорошо известном анастомозе Галена. Таким образом, гортань иннервируется комплексом взаимосвязанных между собой сплетений с большим разнообразием двигательных и чувствительных волокон, происходящих из двух верхних и двух нижних гортанных нервов. Наличие этих многочисленных анастомозов между возвратным гортанным нервом и верхним гортанным нервом, также как и левой и правой сторонами, помогло расширить современное представление о функциональной активности гортани [76].

Понимание физиологии гортани, периодов становления голоса, ее нейроанатомии крайне важно в диагностике и лечении патологических состояний, сопровождающихся дисфонией [14,16, 77, 78].

Начиная с 1980-х годов появилось большое количество работ, посвященных различным методам диагностики голосовой функции у взрослых и детей [29, 31, 33, 34, 38]. На сегодняшний день золотой стандарт

диагностики —диагностическая эндоскопия гортани. Однако большинство авторов сходятся во мнении, что только одна лишь диагностическая эндоскопия гортани не дает полного представления о состоянии голосового аппарата [93, 95, 100].

1.2. Субъективные методы исследования голосовой функции у детей

Методы оценки голосовой функции принято подразделять на субъективные и объективные. В настоящее время среди субъективных методов исследования наиболее известны шкалы N. Yanagihara и GRBAS [12, 17, 108].

Шкала N. Yanagihara оценивает только один симптом — выраженность дисфонии, т.е. расстройство звучности голоса. Автором предложено оценивать голос в баллах от 0 до 5, где 0 баллов — нормальный голос, 1 балл — глухой голос, 2 балла — легкая охриплость, 3 балла — охриплость средней степени выраженности, 4 балла — афония. Шкала N. Yanagihara нашла широкое применение в фониатрии [68, 101].

В соответствии со шкалой GRBAS качество голоса определяют по пяти параметрам, оцениваемым в баллах (от 0 до 5): выраженность охриплости, грубость голоса, нарушение дыхания, слабость и напряжение голоса. Шкала GRBAS наиболее удобна и точна, так как имеет несколько параметров и оценочных категорий [103]. Данная шкала нашла свое широкое применение в практике фониатров [92]. GRBAS применяют в детской практике при обследовании детей, страдающих узелками голосовых складок, парезом гортани, отечным ларингитом. Однако необходимо отметить, что данные методики не дают полной и точной оценки голоса. Они зависят от личностных характеристик испытуемого, и результаты могут варьировать в широком диапазоне [84, 86].

Один из недостатков субъективных методов оценки голосовой функции — возможность отсутствия контакта и взаимопонимания между

врачом и пациентом. Особенно это актуально для педиатрической практики. Дети младшего возраста с большим трудом фиксируют свое внимание на процедуре, стесняются и замыкаются в себе; все это может повлечь за собою искажение результатов. Кроме того, человеческое ухо не всегда способно уловить все изменения голоса. Зачастую, родители даже и не подозревают о наличии возможного нарушения голоса у их ребенка. В связи с вышеизложенным наиболее актуальными становятся объективные методы оценки голосовой функции.

1.3. Развитие объективных неинвазивных методов исследования голосовой функции у детей

1.3.1. Эндоскопическое исследование

Попытки создать метод медицинского исследования, позволяющий проводить осмотр гортани, предпринимались еще в начале XX в. Первый прототип эндоскопа был создан Bozzini в 1806 г. во Франкфурте, однако этим несовершенным прибором вряд ли можно было рассмотреть гортань. Английский врач Babington (1829) сконструировал прибор для осмотра глотки с использованием углового зеркала. Возможно, ему и удавалось рассмотреть гортань, но никаких сообщений по этому поводу от него не поступало. В 1837 г. было опубликовано сообщение знаменитого шотландского хирурга Роберта Листона о том, что в нескольких случаях ему приходилось с помощью зеркала наблюдать патологические изменения в гортани [82].

Приоритет в открытии метода непрямой ларингоскопии посредством гортанного специального зеркала по общепризнанному мнению принадлежит Мануэлю Гарсиа младшему. Как вокальный педагог он очень интересовался проблемами физиологии человеческого голоса, что привело его к изобретению метода непрямой ларингоскопии в 1855 г. Turk и Chermak (1875) стали применять для этой процедуры искусственное освещение [76]. Однако зеркальная эндоскопия, широко используемая для оценки состояния

гортани и на сегодняшний день, не может дать полную оценку процесса фонации.

На смену зеркальной непрямой ларингоскопии пришла оптоволоконная аппаратура. На сегодняшний день эндоскопическое исследование является рутинным методом диагностики заболеваний гортани, позволяя получить четкое представление о всех структурах гортани, визуализировать в режиме реального времени ее работу [5, 19, 25, 35]. Для осмотра гортани можно использовать жесткие эндоскопы с углами зрения 70 °, 90 ° и 120°, а также гибкие торцевые эндоскопы различного диаметра. Применяют различные модификации эндоларингоскопии (с использованием гибкой или ригидной оптики), обсуждают достоинства и недостатки различных методик. Для повышения качества эндовидеоизображения была предложена методика «покадровой эндоскопии», позволяющая разнести по времени процесс получения и оценки видеоизображения [49]. Это позволило более широко использовать ригидную оптическую систему различных углов зрения и диаметров в диагностике патологии гортани, в том числе у детей грудного и раннего возраста.

Не позволяя изучить все особенности физиологии и патологии гортани, эндоскопия дополняется проведением стробоскопического исследования.

Стробоскопия — физико-оптический способ наблюдения и исследования быстрых периодических движений тел, применяемый в технике, открытый почти одновременно Plateau (1829) и Stampfer (1833) [107]. С помощью стробоскопии можно получить сведения о направлении вибрации и скольжении краев голосовых складок. Это движение наблюдается в виде двойного контура края голосовой складки (движения при открытии голосовой щели направлены в сторону голосовой щели, а при закрытии — в подскладковое пространство).

Необходимое условие для проведения данных исследований — качественная и длительная фонация и спокойная реакция со стороны ребенка на проведение этих исследований [20, 22, 23]. В связи с этим детей раннего и

младшего возраста, а также у детей с различными психическими отклонениями могут возникнуть трудности при проведении данных исследований.

Диагностическая эндоскопия гортани не дает полного представления о качестве голоса. Появилась необходимость в разработке методов, позволяющих объективно оценить именно качество голоса [45].

1.3.2. Акустический анализ голоса

В 1969 г С. Siegert сконструировал и внедрил в фониатрическую практику воксфункциограф, позволяющий регистрировать интенсивность звукового давления и частоту основного тона голоса. В последствие данный метод получил название акустический анализ голоса. А. Rauhut и W. Seidner в 1979 г. разработали методику автоматизированного определения голосового поля [97]. В 1981 г. на Собрании Европейских Фониатров данный метод был введен в стандарты диагностики голоса. Показатели, регистрируемые при ААГ, позволили, с одной стороны, исследователям более детально описывать голосовое поле в норме и при патологии, а с другой, — дали возможность клиницистам осуществлять контроль за эффективностью проводимого лечения голосовых расстройств [74]. Поначалу полученные цифровые данные необходимо было самостоятельно обрабатывать и заносить в специальные сводные таблицы. Кроме того, испытуемому предлагалось пропевать предложенные ноты сначала как можно мягче и тише, затем как можно громче. Все это делало процесс записи фонетোগрамм крайне длительным и неудобным как для врача, так и для испытуемого. В силу этих причин в 1984 г. Pederson предложил усовершенствованный акустический аппарат, поддерживаемый компьютером [88]. После проведения сравнения с ранее разработанными аппаратами А. Rauhut и W. Seidner, было установлено, что полученные данные совпадают на 96%. [87]. Резкий переход к компьютеризованным аппаратам ААГ хорошо прослеживается в литературных источниках. После ряда публикаций по

старой системе записи фонетогрaмм, появилось множество данных по использованию компьютерной цифровой обработки [41, 84, 85, 93, 99].

Это дало ряд преимуществ в обработке полученных данных. В частности, стало возможным получить «среднюю фонетогрaмму» от нескольких испытуемых, что было необходимо для статистической обработки информации [73, 81]. Современный технический прогресс позволил довести до совершенства методики акустического анализа голоса. В настоящее время для записи фонетогрaмм используют различные компьютерные программы — Multi-dimensional Voice Program, Evaluation Vocal Assisatee, Computerized Speech Laboratory, «The lingWAVES Phonetogram» и др. Преимущество их состоит в том, что они позволяют провести мультипараметровый анализ голоса [73].

Спектрография — метод, позволяющий получить графическое изображение звуков путем разложения их на составляющие — обертоны. В литературе метод спектрального анализа голоса описывается в основном по отношению к взрослым профессиональным вокалистам [67, 98]. В отечественной литературе есть ряд работ, посвященных изучению особенностей акустических параметров голоса у здоровых поющих детей до мутации, а также в период мутации с учётом возраста и пола [63]. Особое внимание уделено применению ААГ при функциональной дисфонии, а также исследованию голоса у здоровых детей в период мутации [61].

Однако необходимо отметить, что все вышеупомянутые авторы в своих работах не уделяют должного внимания акустическим параметрам голоса у здоровых не занимающихся вокалом детей в различные периоды становления голоса.

По данным литературы, при проведении акустического анализа голоса в основном описывают стандартные параметры, такие как ЧОТ (F_0), ВМФ, пертурбация по частоте и ряд других показателей. Однако на сегодняшний день существует ряд различных программ и их модификаций, позволяющих получить более широкое представление о характеристиках голоса [72, 73].

Ряд работ зарубежных авторов отдельно посвящен вопросам техники проведения записи голоса и ее влиянию на результаты исследования [86, 90]. Большинство специалистов сходятся во мнении, что высокое качество голосового сигнала — важный фактор для обеспечения правильной интерпретации полученных данных и, следовательно, оценки голоса. Качество записи голоса и последующий его анализ зависят от разных факторов. Было установлено, что на амплитуду и высоту влияют тип микрофона и его размещение. Погрешности, возникающие при несоблюдении техники записи голоса, могут привести к неправильной трактовке полученных данных.

Зачастую при сравнении двух последовательных записей голоса одного пациента возможны отклонения показателей. Перед компьютерной обработкой показателей необходимо вырезать участок, который и будет анализироваться. Согласно исследованиям Titze (1995), акустический анализ необходимо применять только к периодическим волнам, и это зависит от того участка записи, который будет выбран [66]. Таким образом, было установлено, что выбор наиболее стабильного участка записи голоса обеспечивает качественную и объективную диагностику. В настоящее время, большинство исследователей считают, что максимально нестабильные звуковые волны регистрируются в начале и конце записи вследствие изменения аэродинамических и нейромышечных параметров, возникающих в начале и конце фонации. Это приводит к искажению показателей амплитуды и частоты благодаря быстро меняющейся частоте основного тона. Неправильная трактовка полученных результатов может привести к гипо- или гипердиагностике и повлиять на тактику ведения пациента. С учетом этого рекомендовано брать средний участок записи для последующего его анализа.

1.3.3. Электроглоттографическое исследование

Другой объективный неинвазивный метод диагностики голосовой функции — электроглоттография (ЭГГ). Данный метод был предложен Smith (1954) и Fabre (1957) [32]. В 1960 г. Abberton изобрел прибор, назвав его ларингографом. Однако данный термин не получил широкого распространения и в последующем был назван электроглоттографом, тем самым более точно отображая суть применяемого метода [82]. ЭГГ — это метод оценки функции голосовых складок во время фонации. Ткани человека — хороший проводник электричества. Низкий электрический ток проходит между голосовыми складками через пару поверхностных электродов, расположенных по обе стороны щитовидного хряща. По мере открытия и закрытия голосовых складок происходят изменения в электрическом импедансе. Сопротивление повышается, когда голосовая щель открывается, и падает при ее закрытии. Эти изменения в электрическом сопротивлении отображаются на графике в форме волны гортанного цикла.

Как известно, ЭГГ не только позволяет определять индивидуальную вибрацию голосовых складок, но может также использоваться для точной регистрации основной частоты разговорной речи. Была разработана компьютерная программа, в которой этот параметр может вычисляться из 2000 электроглоттографических циклов. Исследование проводилось во время чтения вслух отрывка текста («Северный Ветер и Солнце»), взятого из базы данных Международной Фонетической Ассоциации (1964), который был корректно переведен на датский язык. Среднее значение измерялось в герцах. Тональный диапазон разговорной речи может определяться как стандартное отклонение в полутонах, поэтому сигналы были разделены на полутональные промежутки от 60 до 684 Гц [104].

Разработанное электроглоттографическое программное обеспечение было представлено в работе Kitzing (1987) и использовано для анализа основной частот разговорной речи [83]. Roubeau с соавт. (1987) впервые использовали электроглоттографию для анализа основной частоты

разговорной речи у неврологических больных [106]. Разница основной частоты при симультанном анализе гистограмм была проанализирована Fourchin и Abberton (1971) с позиции фонетики и Kitzing (1979) с позиции фониатрии [87].

Анализ методов измерения основной частоты показал, что даже 10–15 лет назад также применяли методы оценки электроглоттографии вручную для научных исследований [109]. Точный частотный анализ, который осуществлялся при помощи компьютера, был впервые выполнен Askenfelt в 1980 г. Суть метода и продолжительность самого исследования также обсуждались в работах Karnell (1991) [98]. При помощи регистрации нервных импульсов возникает возможность определения взаимосвязи между ЧОТ и кровотоком в головном мозге [88]. Исходя из результатов проведенных исследований возможно будет достичь лучшего понимания механизма центрального контроля голоса.

Электроглоттографическая волна, также известная как Lx (гортанное возбуждения) сигнал, показывает длительность, координацию голосовых складок относительно гортанного цикла (рис. 1.1).

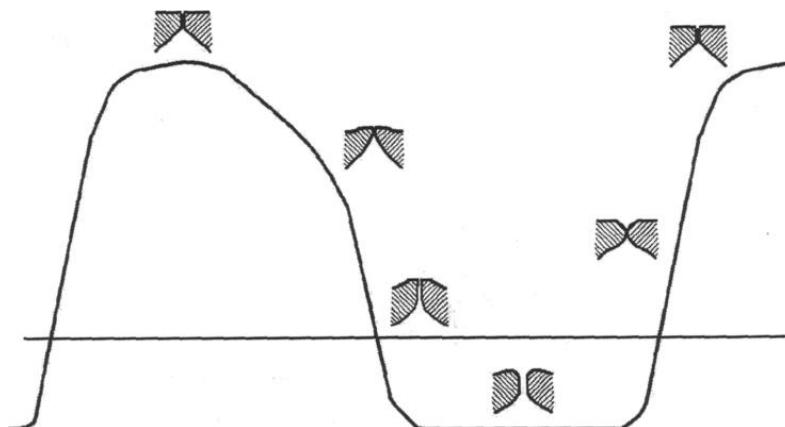


Рис. 1.1. Схематичное изображение Lx-волны в зависимости от фаз вибрационного цикла (Estella P.-M. Ma. Handbook of Voice Assessments) [86].

На сигнал не влияют окружающие шумы или работа всех мышц гортани в целом. Верхняя точка волны указывает на замкнутый этап вибрационного цикла, где есть максимальный контакт голосовых складок и, следовательно, максимальное проведение тока. «Провал» показывает

открытую фазу цикла и минимальную проводимость тока. Тем не менее, ориентация Lx-сигнала является несколько условной. Некоторые производители используют перевернутые, зеркальные, Lx-сигналы [110]. Информация о вибрации голосовых складок может быть соотнесена с Lx циклом. Lx волна имеет следующие основные характеристики:

- крутой передний фронт, который соответствует закрытию голосовых складок;
- максимальный пик, что соответствует максимальному закрытию голосовых складок;
- задний фронт, который соответствует открытию голосовых складок;
- «провал» — фаза открытия голосовых складок.

Данный метод имеет свои ограничения. Например, изменения в жировой ткани шеи, сокращение внешних мышц, сужение и расширение сосудов, размещение электродов — все это может привести к ошибкам в измерении. Было установлено, что использование высоких частот, фильтрация исходного сигнала ЭГГ или двухканальная ЭГГ могут уменьшить некоторые ошибки в измерении.

Большой вклад в развитие ЭГГ внес американский ученый J.V. Vaken. В его работах не только подробно описаны все электроглоттографические приборы, но также дана их сравнительная характеристика [87]. ЭГГ может быть интерпретирована в зависимости от оценки геометрической формы волны ЭГГ. Так, в 1992 г. Vaken описал взаимосвязь формы Lx-волны с ее количественными характеристиками. Такие параметры как длительность гортанного цикла (связанная с формой волны, по которой судят о частотных характеристиках), фазы открытия и закрытия голосовых складок, коэффициент закрытия (соотношение между двумя фазами) рассчитывают с использованием цифровых методов обработки сигналов. Эти данные дали врачам информацию о степени дисфонии и качестве голосовых регистров. В дополнение к Lx-сигналу в анализе ЭГГ отображается также речевой (Sp) сигнал с рядом дополнительных параметров — амплитуда, спектрограммы.

Коэффициент закрытия (Q_x), также описанный как коэффициент контакта (CQ), рассчитывается из Lx-сигнала и представляет собой долю времени, в течение которого голосовая щель считается закрытой. Форма и длина различных фаз может изменяться с изменениями качества голоса [65]. Нормальная волна, регистрируемая в удобной для испытуемого тональности, имеет крутой подъем (передний фронт), выраженное «колени» (особенно у мужчин), плавно опускающийся задний фронт и открытую фазу — «провал». Девиантные формы волны (как при охриплости) характеризуются небольшими колени, пиками, более симметричными, чем при нормальном голосе.

Данные ЭГГ также характеризуются с точки зрения фазы контакта, во время которой происходит соприкосновение двух голосовых складок. Она отображает увеличивающуюся или уменьшающуюся степень контакта складок. Некоторые качественные характеристики были разработаны на основе этих данных. Коэффициент контакта — это соотношение фазы контакта к основному периоду колебания. Он косвенно отображает степень смыкания голосовых складок и в норме составляет от 0,4 до 0,6 как для женщин, так и для мужчин. Индекс контакта, равный разнице между увеличивающейся и уменьшающейся фазами контакта, поделенной на суммарную длительность контакта голосовых складок, характеризует симметричность смыкания голосовых складок. В модалном регистре индекс варьирует от 0,4 до 0,6 вне зависимости от пола [65].

В настоящее время спорным остается вопрос, какие же параметры ЭГГ брать за основные для оценки функции голоса. Ряд авторов придерживается мнения, что единственными объективными параметрами являются, параметры фазы закрытия [71, 81, 100.]. Авторы утверждают, что ввиду физических особенностей данного метода исследования наибольшей достоверностью обладают те параметры, которые были получены во время смыкания голосовых складок. В то же время, Vaken в своих работах утверждает, что при необходимости можно использовать параметры,

характеризующие не только фазу закрытия, но и фазу открытия. По его мнению, это дает более полное представление об электрофизиологических процессах, протекающих в гортани. Он также утверждает, что числовые характеристики Lx-волны являются универсальным источником для получения такого важного параметра как частота основного тона [87].

В отечественной литературе в настоящее время незначительное количество работ посвящено ЭГГ. Нами не найдено нормативных значений ЭГГ в детском возрасте, хотя частично эти вопросы затрагиваются в работе Т.В. Лепехиной (1993) [39]. Автор подчеркивает, что полученные результаты зависят от приборов, используемых в работе. Однако в работе представлена только часть описываемых параметров. Отсутствуют данные о ЧОТ, параметрах изменения по частоте и амплитуде и ряде других показателей.

Резюме к главе 1

Понимание физиологии гортани, периодов становления голоса, ее нейроанатомии крайне важно в диагностике и лечении патологических состояний, сопровождающихся дисфонией.

Начиная с 1980-х годов появилось большое количество работ, посвященных различным методам диагностики голосовой функции у взрослых и детей. На сегодняшний день золотой стандарт диагностики — диагностическая эндоскопия гортани. Однако большинство авторов сходятся во мнении, что только одна лишь диагностическая эндоскопия гортани не дает полного представления о состоянии голосового аппарата. В связи с этим наиболее актуальными становятся объективные методы оценки голосовой функции.

В отечественной литературе в настоящее время незначительное количество работ посвящено ЭГГ. В отечественной литературе отсутствуют нормативные показатели голоса у детей по данным электроглоттографического исследования. В ряде работ подробно описаны такие объективные методы исследования как акустический анализ голоса, особенно у поющих детей или в период мутации, однако нормативные показатели ЭГГ во всех периодах становления голоса до сих пор являются предметом изысканий

Все вышеизложенное и определило интерес к данной проблеме. Определение нормативных показателей ААГ и ЭГГ, активное их использование в практике различных специалистов обеспечит более

качественный уровень диагностики и лечения дисфонии различного генеза у детей.

Глава 2. Материалы и методы исследования

2.1. Общая характеристика пациентов

В исследование вошли 473 ребенка в возрасте 4–18 лет. Следует отметить, что в данную работу не были включены дети до 4-х лет, что связано с техническими сложностями, возникающими при проведении диагностических исследований. Дети более младшего возраста не могут адекватно реагировать на процедуру исследования, правильно выполнять просьбы врача. Также учитывались анатомические особенности пациентов, поскольку как проведение ЭГГ было затруднено с точки зрения правильного наложения электродов из-за небольшого размера передней поверхности шеи. Все это, в свою очередь, могло повлиять на достоверность полученных результатов.

Для определения нормативных показателей ЭГГ и ААГ обследованы 394 здоровых ребенка (**I группа**). Для определения эффективности методов ЭГГ и ААГ при оценке качества проводимого лечения обследованы 79 детей с жалобами на дисфонию (**II группа**). Критериями включения детей в I группу работы явились:

- возраст старше 4-х лет;
- отсутствие жалоб на дисфонию
- отсутствие заболеваний со стороны уха, горла, носа;
- соматически здоровый ребенок (первая группа здоровья).

Все дети **I группы** были разделены на **возрастные подгруппы** в соответствии с возрастной периодизацией Е. Aronson (1990) (табл. 2.1) [66].

Таблица 2.1

Распределение обследованных здоровых детей на группы по возрасту и полу

Возрастная подгруппа	Возрастной диапазон	Средний возраст	Распределение по полу	
			Мальчики (число детей в группе)	Девочки (число детей в группе)
1 подгруппа	4–5 лет	4,6 лет	50	43
2 подгруппа	5–9 лет	6,9 лет	43	33
3 подгруппа	9–12 лет	9,9 лет	40	39
4 подгруппа	12–15 лет	13,9 лет	48	37
5 подгруппа	16–18 лет	16,8 лет	30	31

Перед осмотром каждого ребенка проводили субъективную оценку голоса, обращали внимание на пять основных характеристик нормального голоса (Вильсон Д.К., 1990) [14]:

- отсутствие охриплости, огрубелости, придыхания;
- громкость;
- соответствие голоса возрасту, полу и физическим параметрам ребенка;
- баланс ротового и носового резонанса (отсутствие гнусавости);
- правильность произнесения слов (главным образом, интонация и ударение, отсутствие грубых нарушений речи).

Непосредственно перед процедурой проводили беседы с родителями, им подробно разъясняли ход проводимого исследования, и только после получения их согласия врач приступал к общению непосредственно с ребенком.

Дети были разделены на две группы.

- **I группа** (394 ребенка) — практически здоровые мальчики и девочки, не имеющие изменений или отклонений от нормального голоса. Ни у кого из обследованных не было жалоб на стойкое нарушение голосовой функции. В анамнезе этих детей также не было выявлено заболеваний голосового

аппарата. Обращалось внимание на отсутствие у них клинических проявлений каких-либо неврологических и соматических заболеваний.

● **II группа** — 79 детей и подростков в возрасте 4–18 лет, находящихся на лечении в стационаре или обратившихся амбулаторно для проведения диагностической эндоскопии по поводу различных заболеваний гортани, а также пациенты, у которых патология гортани была выявлена при проведении планового диагностического осмотра ЛОР-органов. В данную группу вошло 40 (51%) мальчиков и 39 (49%) девочек (табл. 2.2).

Таблица 2.2

Частота встречаемости патологии гортани во II группе

Возрастная подгруппа	Возрастной диапазон	Средний возраст	Распределение по полу		Нозологические формы заболеваний гортани				
			Мал.	Дев.	Острый ларингит	Хронический ларингит	Узелки голосовых складок	Гипотонусная дисфония	Ушиб горла
1 подгруппа	4–5 лет	4,1 год	11	3	5	2	16	–	–
2 подгруппа	5–9 лет	7,1 лет	6	7	7	4	11	–	3
3 подгруппа	9–12 лет	10,2 лет	14	15	2	7	4	–	6
4 подгруппа	12–15 лет	13,7 лет	5	9	3	2	1	–	2
5 подгруппа	16–18 лет	16,1 лет	4	5	1	1	–	2	–

У пациентов II группы причиной дисфонии была следующая патология:

- узелки голосовых складок — у 32 (41%) пациентов;
- острый ларингит — у 18 (23%) пациентов;
- хронический ларингит — у 16 (21%) пациентов;
- ушиб горла — у 11 (14%) пациентов;
- гипотонусная дисфония — у 2 (5%) пациентов.

Таким образом, на первом месте по заболеваемости у детей были узелки голосовых складок, далее — острый и хронический ларингит. В

распределении по возрастным подгруппам обращает на себя внимание повышение частоты встречаемости узелков голосовых складок у детей в возрасте 4–9 лет. Это, по-видимому, связано с посещением детьми детских садов и школ, что, в свою очередь, ведет к повышению нагрузки на голосовой аппарат ребенка. В анамнезе эти дети были часто болеющими, среди них в основном были лидеры коллективов, активные и любящие петь и кричать.

Причиной острого ларингита была вирусная инфекция. Причинами хронического ларингита, как и нодозных образований, чаще были предшествующие острые ларингиты, а также простудные заболевания в анамнезе детей.

2.2. Методы исследования

Используемые нами в работе методы исследования подразделены на:

- **клинические** (сбор анамнеза, общий осмотр врача оториноларинголога);
- **клинико-инструментальные** (оптическая эндоскопия гортани, эндовидеоларингостробоскопия, ААГ и ЭГГ).

2.2.1. Анамнестический метод исследования

При сборе анамнеза уделяли внимание неблагоприятному течению беременности у матери (токсикозы первой и второй половины, гипотония, анемия, угроза прерывания беременности, наличие резус-конфликта, применение медикаментов, заболевания и др.) и родов (продолжительность, применения пособий, осложнения и др.). Оценивали особенности психомоторного и физического развития ребенка в раннем возрасте, перенесенные заболевания (инфекционные, болезни легких и ЛОР-органов), учитывали наличие сопутствующих заболеваний других органов и систем.

Тщательно собирали семейный анамнез, в частности, количество детей в семье. Просили родителей описать поведение ребенка дома, в школе или

детском саду. Особое внимание обращали на наличие (отсутствие) в анамнезе различных (единичных, кратковременных) эпизодов нарушения голосообразования, ложных круп, аллергических заболеваний. Оценивали заболеваемость простудными заболеваниями. Обращали внимание на давность заболевания у ребенка, наличие причин, с которыми пациент или родители связывали возникновение клинических проявлений, а также симптомов, характерных для заболевания, на фоне которого они появились.

2.2.2. Инструментальный осмотр ЛОР-органов

При передней риноскопии оценивали расположение перегородки носа, состояние общих носовых ходов, выявляли аномалии строения носовых раковин, определяли характер носового секрета, количество и его локализация, состояние носового клапана. Одновременно при передней риноскопии оценивали состояние слизистой оболочки носовых раковин.

Орофарингоскопия позволяла оценить состояние слизистой оболочки полости рта, десен, наличие кариозных процессов зубов. Стеkanie патологического отделяемого по задней стенке глотки расценивали как косвенный признак аденоидита.

Отоскопию проводили при помощи диагностического отоскопа, а также с использованием отоэндоскопа фирмы «Karl Storz» с углом зрения 0°. При отоскопическом исследовании обращали внимание на цвет барабанной перепонки, выраженность ее контуров.

Исследование слуха проводили при необходимости в аудиологическом кабинете на базе отделения отоларингологии Морозовской ДГКБ. Тональную пороговую аудиометрию проводили на аудиометре Interacoustics Clinical Audiometr AC40. Акустическую импедансометрию (АИ) (тимпанометрию и измерение порога акустического рефлекса) проводили при помощи акустического импедансометра Interacoustics Impedance Audiometr At235h (Дания), использовали зондирующий сигнал с частотой 220 Гц. При проведении тимпанометрии измерение давления в наружном слуховом

проходе проводили от -600 до $+300$ daPa, скорость измерения давления $\text{min} — 50$ daPa/s, а для акустической рефлексометрии предъявляли стимулы с частотами 0,25, 0,5, 1, 2, 4, 8 кГц и интенсивностью до 115 дБ. Для интерпретации полученных результатов использовали классификацию J. Jerger (1970) и Международную классификацию тугоухости. По показаниям данное обследование было проведено 12 детям.

2.2.3. Оптическая эндоскопия гортани

Данное исследование проводили в положении сидя с помощью жесткой оптики фирмы «Karl Storz» (Германия) с диаметром оптической трубки 4 мм (углы зрения — 70°). При необходимости использовали фиброларингоскоп фирмы «Karl Storz» (Германия) с диаметром оптической трубки 2,4 мм.

Непосредственно перед манипуляцией ребенку в доступной форме объясняли суть процедуры, ее безвредность. Предварительная психологическая подготовка позволяла максимально уменьшить страх перед исследованием и избежать негативных реакций со стороны ребенка. Заранее весь ход процедуры описывали родителям и после получения согласия приступали к самой процедуре. Анемизацию и местную анестезию слизистой оболочки полости носа проводили путем распыления раствора адреналина в концентрации 1:100 000 и 2% раствора лидокаина. При повышенном глоточном рефлексе проводили дополнительную анестезию задней стенки глотки.

Фиброринофаринголарингоскоп вводили по нижнему носовому ходу через анатомически более широкую половину носа и продвигали его к устьям слуховых труб. Затем с помощью рычага объектива изменяли угол отклонения дистального конца эндоскопа и медленно продвигали его в гортаноглотку до уровня, оптимального для осмотра гортани. При проведении эндоскопии с помощью жесткой оптики ребенка просили открыть рот, поверхностно и часто дышать. Зафиксировав язык, проводили

эндоскоп в ротовую полость, не касаясь никаких структур для избежания рвотного рефлекса.

Оценивали цвет слизистой оболочки гортаноглотки и всех отделов гортани, осматривали валекулы. Обращали внимание на форму и подвижность надгортанника, симметричность и подвижность голосовых складок, их тонус, состояние свободного края голосовых складок, наличие на них нодозных образований. Оценивали форму голосовой щели, состояние вестибулярных складок и их участие в фонации.

2.2.4. Акустический анализ голоса

В настоящем исследовании акустический анализ голоса проводили с использованием программы lingWAVES Voice Diagnostic Center (VDC) Set, Forchheim Germany. В доступной нам отечественной и зарубежной литературе данных по параметрам этой программы не получено. Данное программное обеспечение позволяет исследовать профиль речевого и певческого голоса, производить спектрографию и частотный анализ голоса в реальном времени. Голос записывали при помощи прилагаемого к анализатору измерителя шума Sound Level Meter («АТМОС», Германия), имеющего встроенный микрофон и позволяющего регистрировать уровень шумовых эффектов в помещении. Оптимальным режимом для записи голоса считался уровень шума не более 40 дБ.

Для успешного проведения исследования испытуемому заранее объясняли ход процедуры. При беседе с ребенком и его родителями очень важно подчеркнуть, что это неинвазивный метод, необходимый для диагностики и контроля лечения заболевания. Следует попросить соблюдать тишину, отключить все посторонние источники звука. Особенные трудности возникают при работе с детьми младшего возраста. Заранее желательно наладить контакт между ребенком и врачом, описать ход процедуры в игровой форме (рис. 2.1).

Если в кабинете присутствовали родители, сначала ААГ проводили им, а затем уже ребенку. Микрофон располагали на расстоянии 30 см от испытуемого, после чего просили, чтобы он «потянул» на выдохе букву «а» в течение 5 с без прерывания в удобной для него тональности, не напрягая голосовой аппарат.



Рис. 2.1. Техника проведения акустического анализа голоса

Затем просили произвести аналогичные действия, но с буквой «и». При этом автоматически регистрировалась кривая с определением ЧОТ (рис 2.2). В конце исследования пациенту предлагалось прочитать небольшой текст сначала удобным, комфортным для него голосом с обычной интенсивностью, затем тихим голосом, но не шепотом, а потом громким голосом, но не крича. Если ребенок еще не мог прочитать текст, в таком случае его просили продекларировать любое стихотворение.

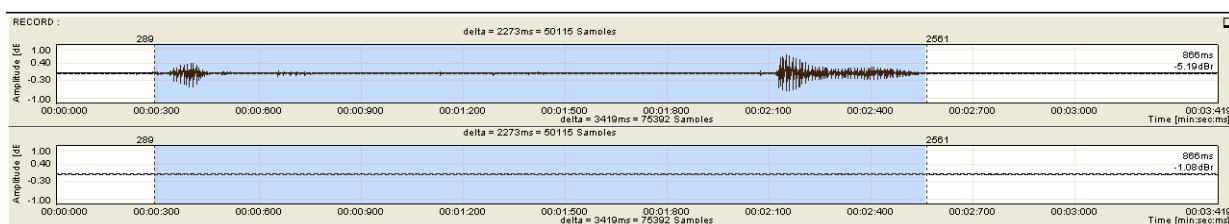


Рис. 2.2. Регистрация голосовой волны ААГ

Компьютерная программа автоматически определяла следующие акустические параметры голоса ребенка:

– Fmax — максимальная частота голоса (в Гц);

- F_{min} — минимальная частота голоса (в Гц);
- F_{delta} — разница между максимальной и минимальной частотой тона, или частотный диапазон (в Гц);
- SPL_{max} — максимальная сила голоса (в дБ);
- SPL_{min} — минимальная сила голоса (в дБ);
- SPL_{delta} — разница между максимальной и минимальной силой голоса, или динамический диапазон.

Для трактовки данных ААГ следует понимать физический смысл параметров данного метода исследования.

Частота вибрации голосовых складок измеряется как число вибраций в секунду. Время, в течение которого происходит один вибрационный цикл голосовых складок, называется **периодом**. Таким образом, **частота вибрации** — это число периодов в секунду и измеряется в герцах. Человеческая речь в основном варьирует в пределах 100–10 000 Гц. Частота воспринимается человеческим ухом как высота голоса и зависит от возраста пола. Таким образом, чем выше частота, тем выше голос, и наоборот (рис. 2.3).

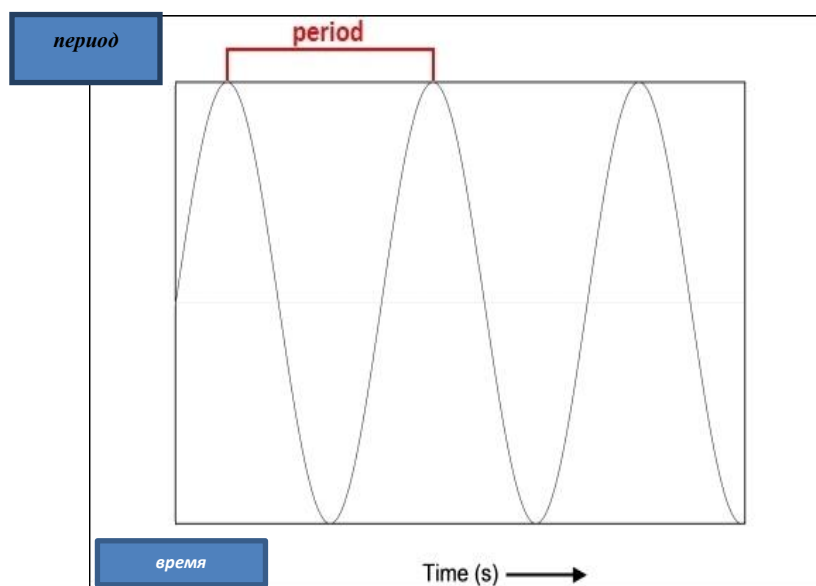


Рис 2.3. Схематичное изображение вибрационного цикла

Наиболее широко применяемые **акустические и волновые параметры** в объективной и неинвазивной диагностике голосовых расстройств следующие.

- **Частота** (jitter) — мера, характеризующая вариабельность по частоте, показывающая незначительные произвольные изменения в частоте смежных вибрационных циклов голосовых складок. По-сути, это мера частотной вариабельности по отношению с частотой основного тона.

- **Амплитуда** (shimmer) — мера, характеризующая изменения, вариабельность амплитуды голосовых нот. Часто в литературе она обозначается как амплитудная пертурбация. Таким образом, это показатель, описывающий интенсивность смежных вибрационных циклов.

- **Соотношение сигнал/шум** (HNR). Звук, образующийся во время колебаний голосовых складок, — это совокупность периодических (регулярных и повторяющихся) и аperiodических (иррегулярных и неповторяющихся) звуковых волн. Последние являются случайным шумом, возникающим вследствие несимметричного закрытия голосовых складок. Шум ухудшает чистоту звука, и при высокой степени его выраженности диагностируется охриплость. Соотношение периодических и аperiodических волн выражается в соотношении сигнал/шум (рис. 2.4).

- **Частота основного тона** (SF0, Гц): вибрационный период/с.

- **Частотный диапазон** (Fdelta) — разница между Fmax и Fmin, выражающаяся в Гц.

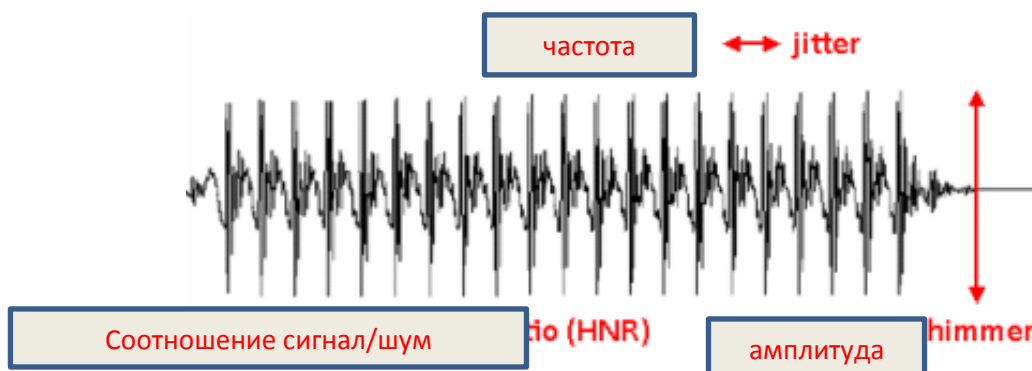


Рис. 2.4. Схематичное изображение параметров ААГ

Наряду с показателями вариабельности по частоте и амплитуде мы оценивали следующие **акустические параметры дисфонии**.

- **Коэффициент соотношения сигнал/шум** (signal-to-noise-ratios) — это мера, характеризующая количество аperiodических колебаний голосовых складок.

- **Нерегулярность** (Irregularity) — количество аperiodических колебаний голосовых складок в единицу времени.

- **Шум** (Noise) — характеризует степень охриплости, возникающей при неполном смыкании голосовых складок.

- **Огрубление** (Overall Severity) — характеризует степень выраженности дисфонии.

Следует отметить, что в настоящее время в отечественной литературе отсутствует точный аналоговый перевод данных показателей. В связи с этим мы использовали английский вариант с четкой расшифровкой их значения.

Одновременно во время ААГ определяли ВМФ. Полученные результаты сравнивали со средними («нормативными») значениями ВМФ, определенными Д.К. Вильсон в зависимости от возраста и пола ребенка (табл. 2.3).

Таблица 2.3

Значения ВМФ в зависимости от возраста и пола (Wilson D.K.,1990)

Возраст, годы	Мальчики		Девочки	
	ВМФ (с)	Диапазон (с)	ВМФ (с)	Диапазон (с)
3	8	5–11	8	5–11
4	9	5–12	9	5–12
5	10	6–13	10	6–13
6	11	7–14	11	7–14
7	12	9–16	12	9–16
8	14	10–17	13	8–16
9	15	11–19	13	8–17
10	16	12–21	14	9–18
11	18	13–22	15	10–19
12	19	15–23	16	10–20
13	21	16–25	17	11–21
14	22	18–27	17	12–22
15	24	19–28	18	12–23
16	25	20–30	19	13–24
17	27	21–32	20	14–25
18	28	22–34	20	14–26

2.3.5 Электроглоттография

Данное исследование дает представление об электрофизических процессах, возникающих в голосовых складках во время их контакта, в режиме реального времени. Основным принцип метода состоит в том, что электрическое сопротивление, возникающее в области шеи, систематично меняется в зависимости от степени смыкания голосовых складок. Так, полное их смыкание характеризуется снижением сопротивления и прямым током в голосовой щели. По мере открытия голосовой щели высокое сопротивление воздуха вызывает смену направления течения тока в голосовой щели и снижение вольтажа тока в тканях с повышением сопротивления. Процесс изменения импеданса голосовой щели и служит основой для регистрации сигнала контакта голосовых складок — электроглоттографии. Как было отмечено, сигнал ЭГГ отображает изменения в области контакта голосовых складок как функцию времени (рис. 2.5).

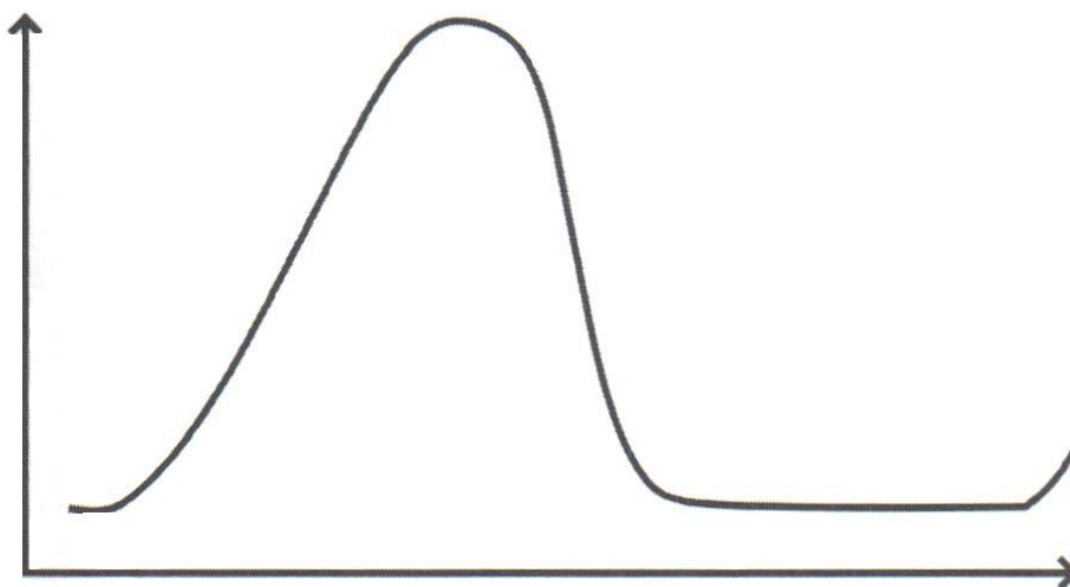


Рис. 2.5. Схематическое изображение электроглоттографической волны (по вертикали) в зависимости от времени (по горизонтали)

Понимание физических процессов, протекающих между двумя голосовыми складками, дает более глубокое представление и о результирующих **числовых коэффициентах** данного исследования. Полное

закрытие голосовой щели приводит к снижению сопротивления тока до минимальных значений, при этом регистрируется максимальный **коэффициент контакта** (см. ниже). Сопротивление тока зависит от площади соприкасаемых поверхностей, в данном случае — от площади голосовых складок. Чем больше площадь, тем меньше сопротивление; при уменьшении площади контакта возникает воздушная прослойка между голосовыми складками, которая увеличивает сопротивление и тем самым уменьшает коэффициент контакта. Таким образом, минимальное сопротивление соответствует полному закрытию щели; чем больше площадь — тем выше коэффициент контакта, чем меньше площадь — тем ниже коэффициент контакта.

Так, при гипертрофическом хроническом ларингите увеличивается площадь контакта, т.е. увеличивается коэффициент контакта. При узелках голосовых складок площадь контакта уменьшена, что ведет к некоторому снижению показателей коэффициента контакта. При ушибе гортани, парезе голосовых складок коэффициент контакта может быть ниже своего минимального значения. Это свидетельствует о том, что голосовые складки не смыкаются; при сниженных значениях коэффициента контакта можно предполагать наличие смыкания голосовых складок. Данное разделение весьма условно, однако некоторым образом дает представление о работе голосовых складок и степени их смыкания.

Необходимо отметить, что на сигнал ЭГГ влияет множество других факторов помимо самого главного — воздуха в голосовой щели. Работа мышц гортани, подвижность гортанного аппарата в целом, расширение и сокращение сосудов гортани — все это увеличивает регистрируемое сопротивление. Повышенное количество жировой ткани также искажает процесс регистрации сигнала. Наличие мостиков слизи в голосовой щели может формировать основу для прямого течения тока между голосовыми складками, тем самым создавая эффект их смыкания.

Через электроды подается ток частотой 300 кГц и напряжением 0,5 В. Изменения импеданса, возникающие в токе на пути от электрода до передней поверхности шеи, регистрируются в виде волн (L_x), описывая процессы, проходящие в голосовой щели. **L_x -волна** — результат суммарных изменений импеданса токов на передней поверхности шеи и голосовой щели.

Исходя из вышеизложенного становится ясно, что ЭГГ информативна только в отношении одной фазы гортанного цикла — фазы контакта голосовых складок. При этом данный метод не позволяет уточнить место контакта голосовых складок и определить именно момент смыкания или открытия голосовых складок. Таким образом, ЭГГ более целесообразно описывать с точки зрения фазы контакта (отражающей только увеличение и снижение импеданса) и фазы минимального контакта (т.е. отсутствие смыкания голосовых складок). Основываясь на таком разграничении, был разработан ряд следующих **показателей ЭГГ**.

- **Коэффициент контакта (CQ)** — время, в течение которого голосовая щель закрыта — отношение длительности фазы контакта к основному периоду (т.е. гортанному циклу). У взрослых мужчин и женщин он составляет 0,4 и 0,6 соответственно и косвенно свидетельствует о силе приведения голосовых складками мышцами.

- **Коэффициент закрытия (QC)** — время (выражается в процентном соотношении), в течение которого голосовые складки колеблются совместно в фазе контакта.

- **Коэффициент открытия** — время (выражается в процентном соотношении), в течение которого голосовые складки колеблются отдельно друг от друга в фазе контакта.

- **Индекс контакта (IQ)** — разница между увеличивающейся и уменьшающейся длительностью контакта голосовых складок, поделенная на суммарную длительность фазы контакта. Данный параметр характеризует уровень симметричности смыкания голосовых складок и в идеале равен 0. У взрослых женщин и мужчин этот индекс варьирует в пределах 0,4–0,6.

• **Коэффициент открытой фазы(OQ)** — отношение времени, в течение которого голосовая щель открыта, ко всему вибрационному циклу.

Вышеперечисленные показатели регистрируются автоматически и являются производным L_x -волны. Эти данные в клинической практике дают представление о степени нарушения фонации, т.е. о степени дисфонии.

Помимо L_x -волны в ходе исследования регистрируется также речевая волна (S_p), при цифровой обработке которой получают ряд **дополнительных параметров**:

- ЭГГ пертурбация по частоте (коэффициент);
- ЭГГ F_0 — частота основного тона;
- ЭГГ пертурбация по амплитуде (коэффициент);
- ЭГГ GNE (glottal-to-noise extencio) — электроглоттографический аналог акустического параметра соотношения сигнал/шум (signal-to-noise-ratios);
- ЭГГ коэффициент аperiodичности.

Данные параметры по своей физической основе — полные аналоги таковых акустического анализа голоса. Однако, учитывая тот факт, что они являются производными из речевой волны, т.е. формируются косвенно, в результате получается коэффициент акустического параметра — среднее отклонение, регистрируемое в двух смежных вибрационных циклах. Таким образом, цифровые значения ААГ и ЭГГ не имеют никакой взаимосвязи и являются независимыми количественными параметрами. Считается, что на регистрацию данных показателей влияет целый ряд дополнительных структур гортани, вследствие чего эти данные могут являться неточными. Однако мы считаем, что благодаря автоматической фильтрации и компьютерной обработке данных, погрешности данного метода сведены к минимуму и являются объективными.

Электроглоттографию проводили при помощи аппарата Laryngograph EGG-A100. До начала проведения процедуры проводили беседу с родителями о целях данного исследования, поясняли отличия данного метода

от ААГ, что и обуславливало целесообразность проведения данного метода. Затем ход процедуры подробно объясняли ребенку.

Перед проведением исследования проводили обезжиривание электродов, а также обрабатывали переднюю поверхность шеи 0,9% физиологическим раствором. Поместив два электрода на шею в области щитовидного хряща, пациента просили произнести звук «а» в удобной для него тональности в течение трех секунд (рис. 2.6) Эту гласную обычно используют в связи с нейтральной вокальной конфигурацией голосового тракта. При необходимости могут быть использованы и другие гласные. На компьютере регистрировались Lx-волна, а также акустические параметры голоса.



Рис. 2.6. Расположение электродов на передней поверхности шеи

Помимо количественных данных в ходе исследования специалист имеет возможность оценить качественные характеристики L_x-волны, поскольку как геометрическая форма отражает изменения, происходящие в голосовых складках.

Нормальная волна, регистрируемая в удобной для испытуемого тональности, имеет крутой подъем (передний фронт, фаза увеличения контакта), выраженное «колени», плавно опускающийся задний фронт (фаза снижения контакта) и открытую фазу — «провал» (рис. 2.7).

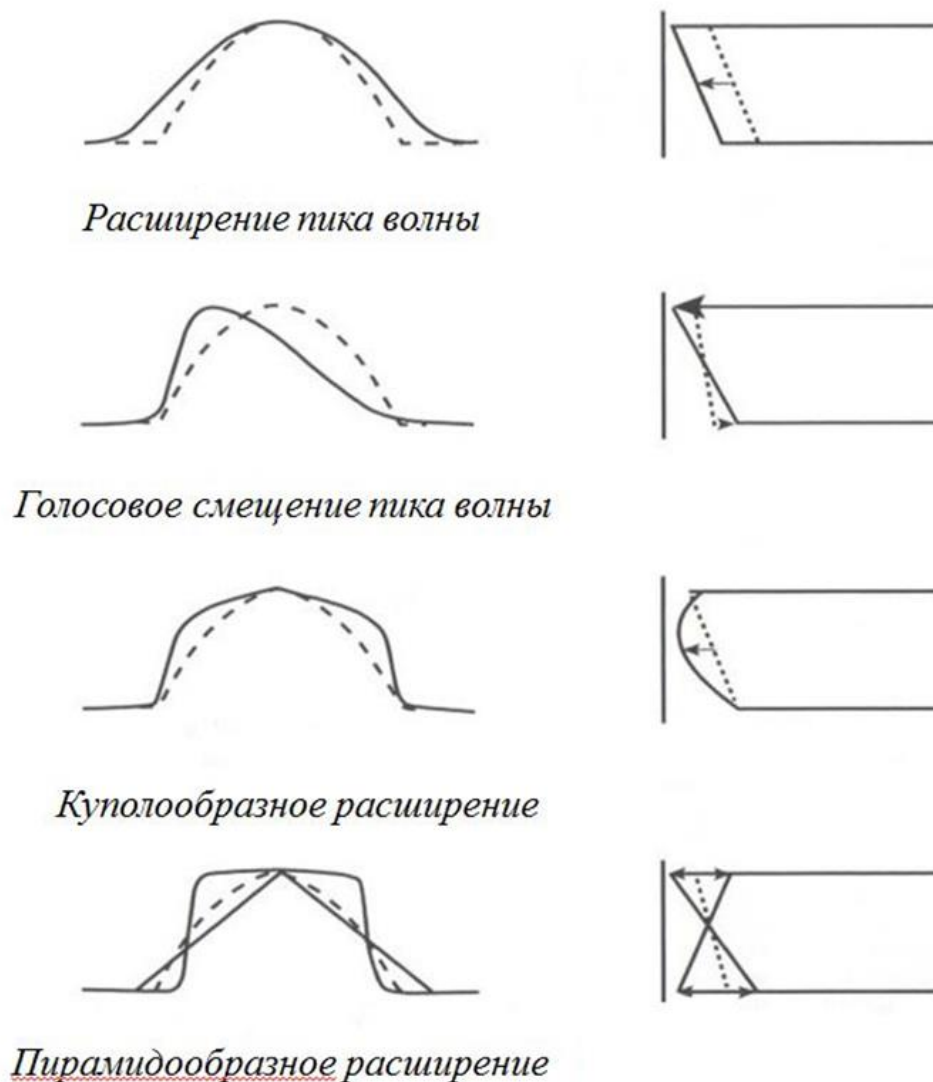


Рис. 2.7. Качественные изменения L_x -волны в зависимости от колебания голосовых складок

Расширение пика волны возникает при увеличении силы приведения голосовых складок наряду с увеличением коэффициента контакта. Угловое смещение пика отражает увеличение степени контакта в сравнении с замедлением скорости смыкания голосовых складок, которое является следствием разных вибраторных фаз в передних и задних отделах голосовых складок. Наличие более выпуклого колена в фазах увеличения и снижения контакта связано с физиологической «выпуклостью» в области медиального края голосовых складок. И, наконец, изменение формы пика, по форме напоминающее треугольника, связано с увеличением амплитуды сигнала.

Девиантные формы волны, встречающиеся при различных нарушениях, характеризуются небольшими коленами, более симметричными пиками, уменьшением коэффициента контакта, наличием дополнительных зубцов (рис. 2.8).

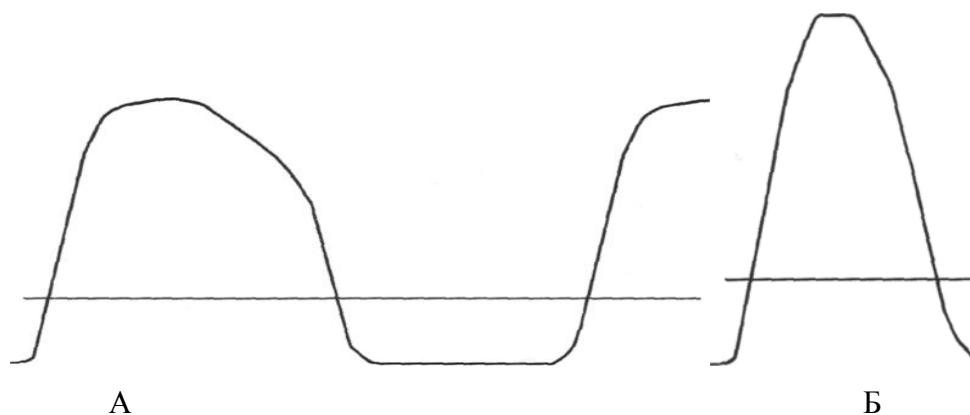


Рис. 2.8. Графическое изображение Lx-волны: А — при нормальном голосе; Б — при охриплости

Следует отметить, что в ходе проведения ЭГГ у пациентов с нарушением голоса возникают трудности при сравнении полученных данных с нормативной базой, поскольку как настоящее время в отечественной литературе такая база данных не представлена.

2.4. Статистический анализ данных

Статистическая обработка результатов исследования осуществлялась на IBM PC совместимом компьютере с помощью программ STATISTICA (Data analysis software system, StatSoft, Inc. 2007) версии 8.0. При сравнении исследуемых групп достоверными считались различия, если полученное значение p для сравниваемого критерия было ниже критического уровня значимости $\alpha=0,05$. Все данные были оформлены в виде таблиц, в строках которых перечислялись объекты исследования, а в столбцах — исследуемые признаки.

Резюме к главе 2

В исследование включены 473 ребенка в возрасте 4–18 лет.

Дети были разделены на две группы.

• **I группа** (для определения нормативных показателей ЭГГ и ААГ) — 394 ребенка, практически здоровые мальчики и девочки, не имеющие изменений или отклонений от нормального голоса. Ни у кого из обследованных не было жалоб на стойкое нарушение голосовой функции. В анамнезе этих детей также не было выявлено заболеваний голосового аппарата. Обращалось внимание на отсутствие у них клинических проявлений каких-либо неврологических и соматических заболеваний.

• **II группа** (для определения эффективности методов ЭГГ и ААГ при оценке качества проводимого лечения) — 79 детей и подростков в возрасте 4–18 лет, находящихся на лечении в стационаре или обратившихся амбулаторно для проведения диагностической эндоскопии по поводу различных заболеваний гортани, а также пациенты, у которых патология гортани была выявлена при проведении планового диагностического осмотра ЛОР-органов. В данную группу вошло 40 (51%) мальчиков и 39 (49%) девочек.

Все дети **I группы** были разделены на пять **возрастных подгрупп** в соответствии с возрастной периодизацией Е. Aronson (1990) [66].

На первом месте по заболеваемости у детей были узелки голосовых складок, далее — острый и хронический ларингит.

Использованы клинические (сбор анамнеза, общий осмотр врача оториноларинголога) и клинико-инструментальные (оптическая эндоскопия гортани, эндовидеоларингостробоскопия, ААГ и ЭГГ) методы исследования.

Глава 3. Нормативные данные показателей акустического анализа голоса и электроглоттографии в различные периоды становления голоса у детей и подростков

3.1. Акустические параметры голоса у здоровых детей в демутиационном периоде

В ходе данной работы было обследовано 248 детей в возрасте 4–12 лет, 133 мальчика и 115 девочек.

Всем детям проводили запись голоса и его последующую обработку с помощью компьютерной программы «lingWAVES VDC». Диагностическую эндоскопию гортани проводили с добровольного согласия родителей. Патологии со стороны голосообразующего аппарата выявлено не было (рис. 3.1). Распределение детей по возрастным подгруппам, оцениваемые показатели и их средние значения представлены в табл. 3.1.

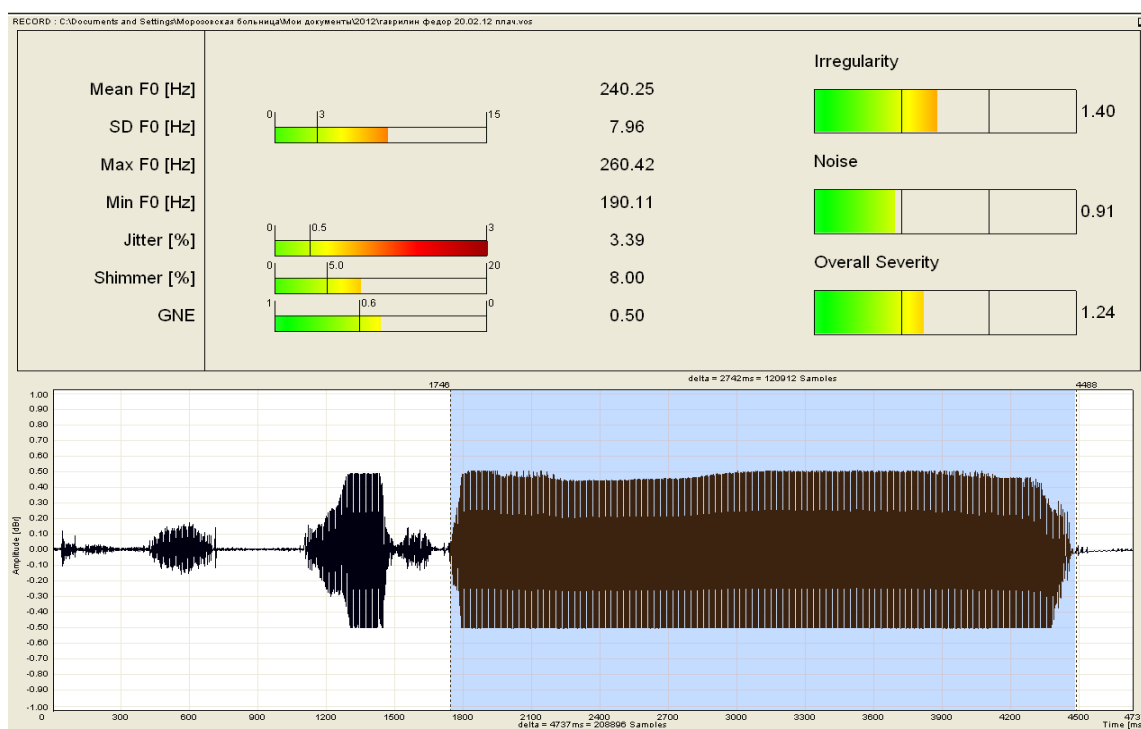


Рис. 3.1. Результаты ААГ, мальчик Г., 9 лет

Таблица 3.1

Акустические параметры голоса здоровых детей домутационного периода

Под-группа	Возраст/средний возраст, лет	Число детей	Вариабельность частоты, % (M±s)	Вариабельность амплитуды, % (M±s)	Нерегулярность, % (M±s)	Шум, (%) (M±s)	ЧОТ, Гц (M±s)	ВМФ, с (M±s)	Огрубление, % (M±s)
1 под-группа	4–5/4,6	Мал. — 50	1,10 (±0,67)	5,65 (±1,02)	2,16 (±0,42)	0,97 (±0,06)	320,4 (±34,54)	9 (±2)	1,46 (±1,38)
		Дев. — 43	1,27 (±0,11)	5,36 (±1,18)	2,36 (±0,87)	1,30 (±0,43)	316,67 (±34,76)	8 (±1)	1,43 (±1,41)
2 под-группа	5–9/6,9	Мал. — 43	1,24 (±0,7)	6,47 (±1,09)	1,96 (±0,82)	0,72 (±0,09)	298,87 (±21,99)	14 (±3)	0,84 (±0,34)
		Дев. — 33	1,08 (±0,26)	6,26 (±1,05)	2,39 (±0,54)	0,78 (±0,03)	301,65 (±43,67)	14 (±2)	0,89 (±0,24)
3 под-группа	9–12/9,9	Мал. — 40	0,99 (±0,2)	9,13 (±2,56)	1,78 (±0,12)	0,99 (±0,1)	289,54 (±30,87)	15 (±3)	0,94 (±0,25)
		Дев. — 39	1,34 (±0,64)	8,65 (±1,21)	1,57 (±0,13)	0,75 (±0,1)	254,65 (±27,23)	16 (M3)	0,80 (±0,24)

Частота основного тона варьировала в пределах 210,7–394,2 Гц, среднее значение составило $310,8 \pm 52,7$ Гц. Максимум ВМФ составил 17,1 с, среднее значение — $10 \pm 2,3$ с ($p < 0,05$). У 198 (80%) человек полученные данные вариабельности по частоте не превышали 2% (рис. 3.2) ($p < 0,05$). Однако у 60 (20%) человек данный показатель варьировал в пределах 2–3% ($p < 0,05$).

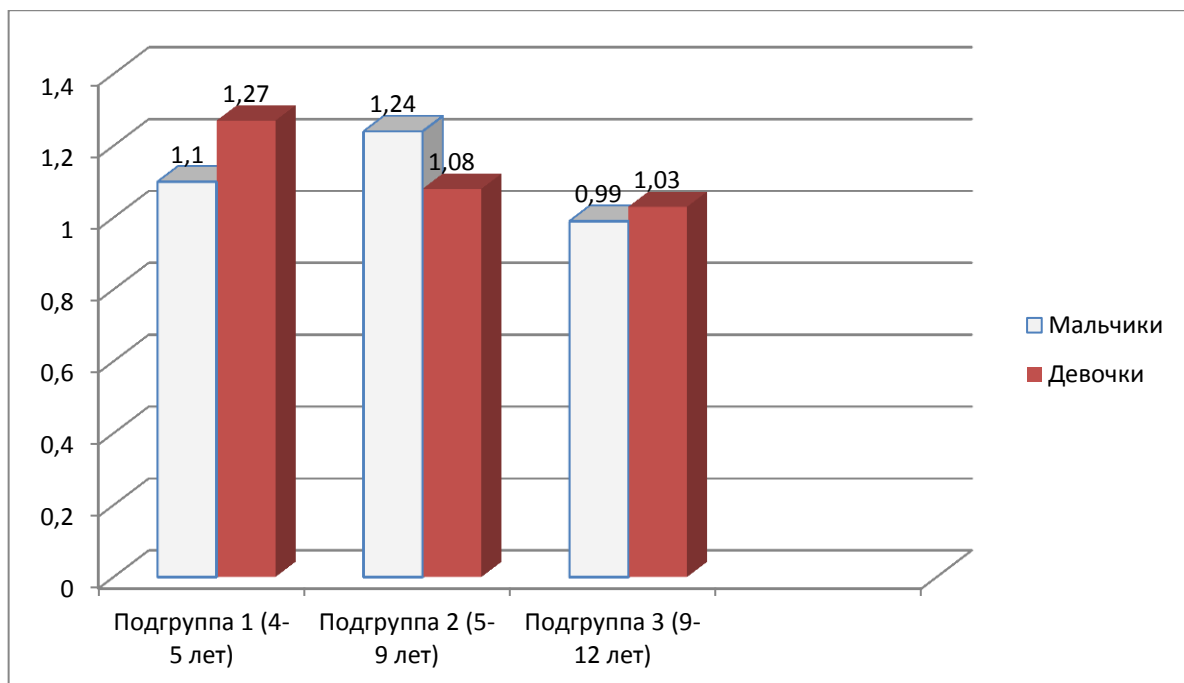


Рис. 3.2. Среднее значение варибельности по частоте у детей в домутационном периоде

Значения варибельности по амплитуде менялись в пределах 5–15% и в среднем составили 5,5% в 1 подгруппе, 6,4% во 2 подгруппе, 8,89% в 3 подгруппе (рис. 3.3). Внутри каждой из подгрупп статистически значимых различий показателей по полу выявлено не было. Отмечался стабильный прирост показателя с возрастом, и в старшей возрастной подгруппе данный параметр практически вдвое превышал таковой у детей в возрасте 4–5 лет ($p < 0,05$).

У всех наблюдаемых нами детей внутри возрастных подгрупп значимой разницы показателя нерегулярности по полу обнаружено не было. Однако у детей младшей возрастной подгруппы в возрасте 4-х лет данный параметр был достоверно выше, чем у детей 9–12 лет, составляя 2,26% и 1,6% соответственно (рис. 3.4).

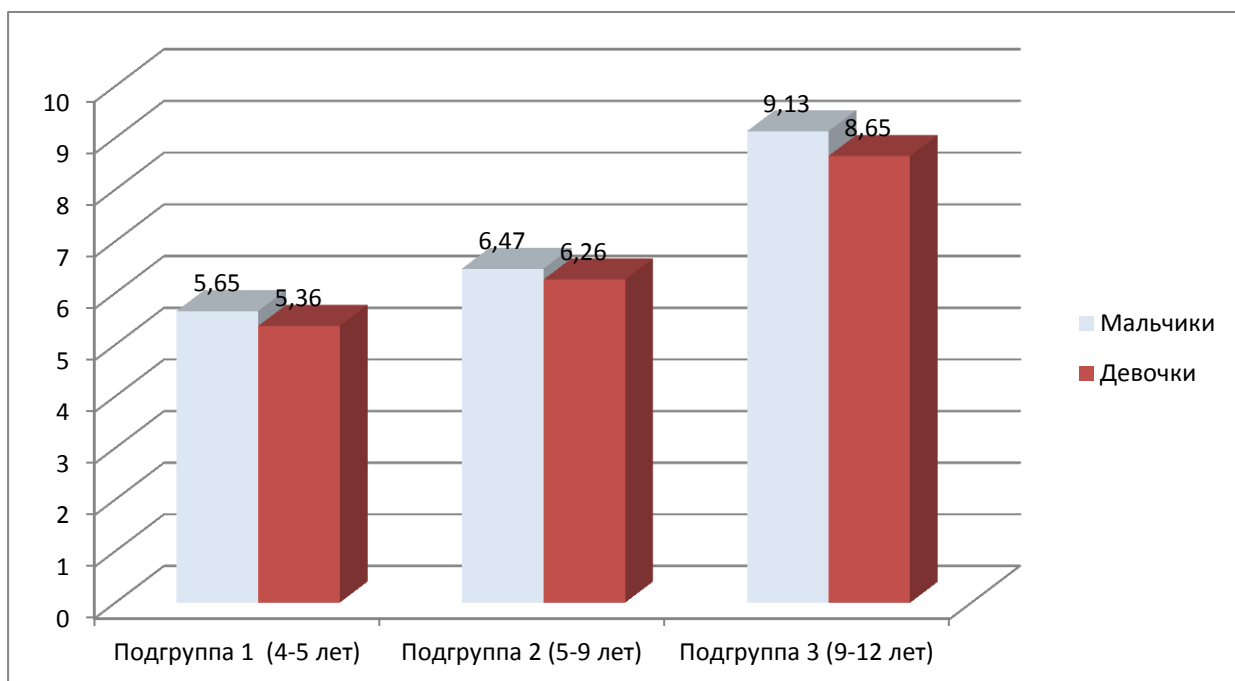


Рис. 3.3. Среднее значение вариабельности по амплитуде у детей в домутационном возрасте

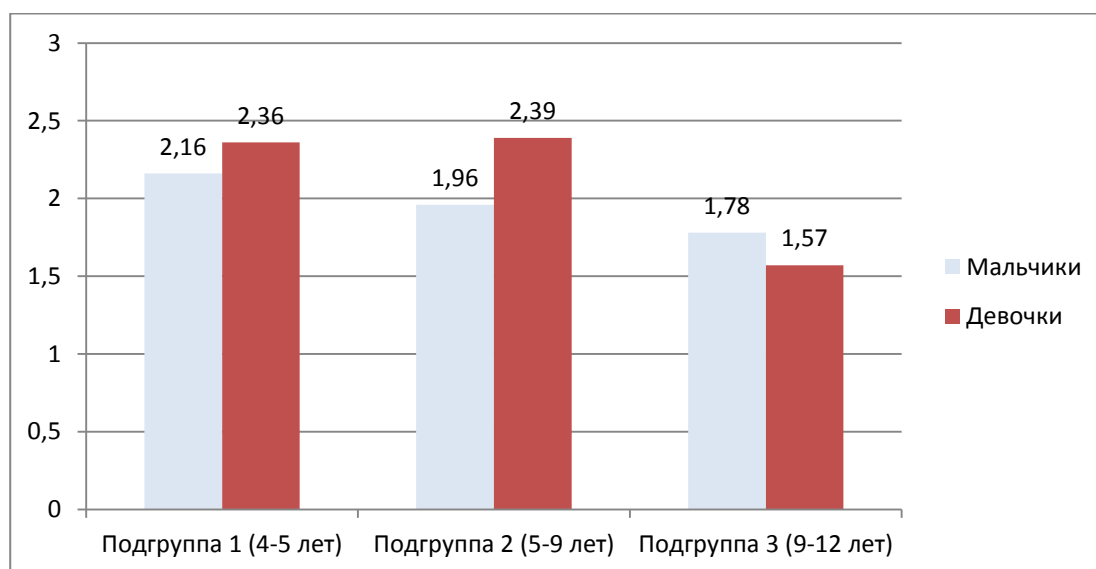


Рис. 3.4. Среднее значение показателя нерегулярности у детей в домутационном возрасте

В возрасте 9–12 лет отмечается некоторое снижение уровня данного показателя, что свидетельствует об уменьшении количества асинхронных колебаний голосовых складок. При этом в подавляющем большинстве случаев — 195 (79%) детей — данный параметр не превысил 2% ($p < 0,05$). Вероятно, данный порог является достаточно жесткой константой для этого показателя. У 53 (21%) детей показатель нерегулярности превысил данный

порог, и максимальные его значения были у девочек в возрасте 5–9 лет, достигая 4,99%.

Было установлено, что параметр ААГ шума имеет статистически достоверную разницу у девочек в зависимости от возраста ($p>0,05$). У мальчиков таких данных выявлено не было. Так, в группе у девочек параметр шума был вдвое выше в младшей возрастной подгруппе и составил 1,3%, в то время как в возрастной подгруппе 9–12 лет данный показатель был на уровне 0,75% (рис. 3.5). При этом как у мальчиков, так и у девочек данный показатель не превышал 2%, и его среднее значение составило $0,97\pm 0,31$. Показатели варьировали в пределах 0,31–2%, но только у 71 (29%) ребенка данный параметр был ниже 0,44% или выше 1,5%. В ходе исследования у 7 (3%) детей было установлено превышение данного показателя свыше 3%, и после проведения дополнительного обследования был выявлен ряд отклонений от среднего возрастного значения, вследствие чего эти пациенты были исключены из основной группы.

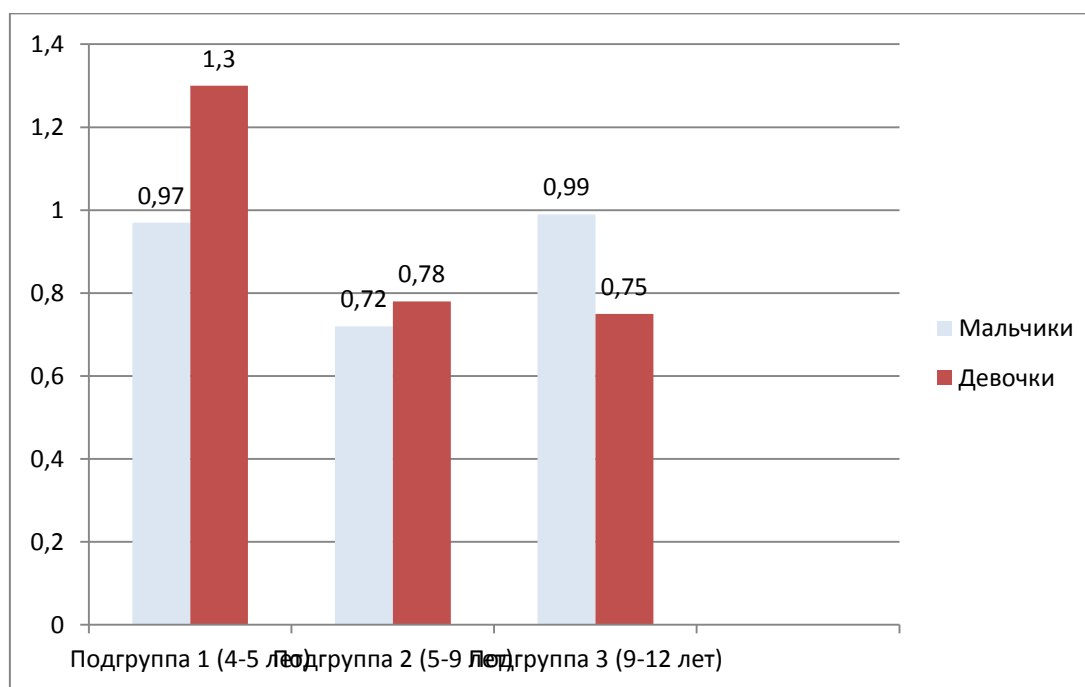


Рис. 3.5. Среднее значение показателя шума у детей в возрасте 1–12 лет

При анализе полученных показателей огрубления был выявлен ряд особенностей. Показатель варьировал в пределах 0,33–2%, при этом в ходе исследования превышения порога в 2% выявлено не было (рис. 3.6). У детей

в возрасте 5–12 лет статистически достоверных различий по возрасту и полу выявлено не было. У детей 4–5 лет отмечалось увеличение показателей в сравнении с остальными подгруппами практически в 2 раза; по полу в этой возрастной категории статистически достоверной разницы выявлено не было. Данные возрастные особенности, вероятно, могут быть связаны с незрелостью нейромышечного голосового аппарата ребенка в этом возрасте.

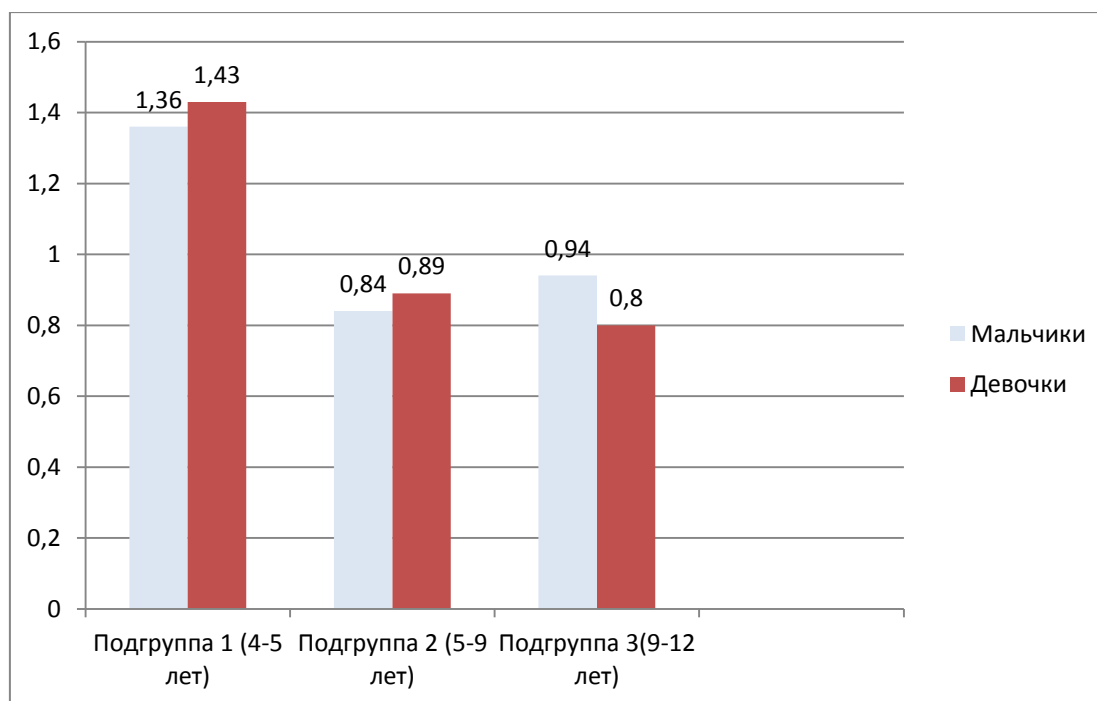


Рис. 3.6. Среднее значение показателя огрубления у детей в возрасте 4–12 лет

Таким образом, у детей димутационного периода показатель вариабельности по частоте не зависит от пола и возраста и в среднем не превышает 2%. Показатель вариабельности по амплитуде достоверно выше у детей 9–12 лет по сравнению с детьми младшей возрастной подгруппы (8,89% и 5,5% соответственно), внутри возрастных подгрупп статистически достоверной разницы по полу выявлено не было ($p > 0,05$).

При анализе параметров дисфонии (нерегулярность, огрубление, шум) был выявлен ряд особенностей. Данные параметры в среднем не превышали 2%, за исключением параметра нерегулярности, который превысил данный порог у 53 (21%) детей. В целом отмечалось снижение значений данных

параметров с возрастом, при этом по полу внутри подгрупп значимой разницы выявлено не было.

3.2. Акустические параметры голоса у здоровых детей в мутационном периоде

В исследовании включено 87 человек в возрасте от 12 до 15 лет, 48 мальчиков и 37 девочек. Средний возраст мальчиков составил $14,1 \pm 1,4$ лет, девочек — $13,4 \pm 1,3$ года, различия по возрасту недостоверны ($p=0,1$).

Перед проведением обследования у всех пациентов тщательно выясняли жалобы, связанные с характерными признаками мутационного периода (табл. 3.2). Также оценивали наличие вторичных половых признаков у детей, по возможности узнавали у родителей о наступлении менархе у девочек.

Основной жалобой было нарушение тембра голоса (этот симптом обнаружен у всех обследованных). Нестабильность голоса чаще наблюдалась у мальчиков (23,6%), чем у девочек (19,2%). Чрезвычайно редкими жалобами были ощущение дискомфорта в гортани (4% наблюдений), кашель и диплофония (по 2% случаев).

Ларингоскопическая картина при мутации не отличалась особым разнообразием. В основном наблюдались небольшой отек голосовых складок, инъецированность слизистой оболочки, наличие в задних отделах голосовых складок во время фонации так называемого «мутационного треугольника». У мальчиков вышеперечисленные признаки выявлены в 92% случаев. У девочек голосовая щель во время фонации чаще имела линейную форму (87,1% случаев). Отек голосовых складок у них наблюдался в 80,6% случаев, легкая гиперемия за счет инъекции кровеносными сосудами — в 58%, «мутационный треугольник» — только в 12,9% наблюдений.

Жалобы детей и подростков с мутацией

Жалобы	Мальчики n=48		Девочки n=37		Всего n=87	
	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%
Изменение тембра голоса:						
• осиплость	7	16	7	23,5	14	16
• охриплость	12	26	18	49,1	30	34,4
• огрубелость	14	28	–	–	14	16
Нестабильность голоса	11	23,6	6	19,2	17	19,5
Ощущение дискомфорта в гортани	1	4	3	4	4	4,5
Диплофония	–	–	2	3,2	2	2,2
Кашель	3	5	1	0,5	4	4,5

Существенных различий между ВМФ мальчиков и девочек выявлено не было. В большинстве случаев данный показатель не превышал 14 с и в среднем у мальчиков составил $16,1 \pm 3,7$ с, у девочек — $15,9 \pm 3,4$ с. ($p < 0,05$).

Следует отметить, что у мальчиков фиксировалось смещение ЧОТ в сторону более низких частот, составляя $195,0 \pm 32,5$ Гц, F_{max} — $334,6 \pm 110,3$ Гц, в то время как у девочек частота основного тона составляла $242,1 \pm 15,09$ Гц, F_{max} — $663,1 \pm 211,65$ Гц. В целом диапазон голоса у девочек по сравнению с мальчиками был шире более чем в два раза — $421,4 \pm 236,4$ Гц и $190,11 \pm 79,98$ Гц соответственно ($p < 0,05$).

Сравнительный анализ показателей частоты основного тона и ВМФ у детей и подростков мутационного возраста с аналогичными параметрами у детей домутационного возраста выявил статистически значимые различия между подгруппами. Так, и у мальчиков, так и у девочек в период мутации отмечалась значительное снижение показателя в сторону низких частот ($p < 0,05$). ВМФ у детей в период мутации в среднем на 20% выше такового у

детей домутационного периода. В целом мутация у данной группы пациентов протекала с выраженными проявлениями в виде охриплости.

Значения других акустических параметров голоса приведены в табл. 3.3.

При анализе полученных данных были выявлены существенные различия как внутри группы по половому признаку, так и с детьми домутационного периода (рис. 3.7). При анализе показателя variability по частоте получены существенные различия между мальчиками и девочками внутри группы.

Таблица 3.3

Значения акустических параметров голоса у детей и подростков в мутационном периоде по данным ААГ

Под-группа/ средний возраст	Возраст, лет	Число пациентов	Вариабель- ность по частоте, % (M±s)	Вариабель- ность по амплитуде, (%) (M±s)	Нерегуляр- ность, (%) (M±s)	Шум, % (M±s)	Огрубле- ние, % (M±s)
4 под- группа/ 13,9 лет	12–15	Мал. —48	4,6 (±0,46)	13,05 (±3,12)	0,76 (±0,39)	1,20 (±0,38)	1,19 (±0,26)
		Дев. — 37	2,21 (±0,35)	6,80 (±2,45)	0,83 (±0,35)	0,60 (±0,19)	0,80 (±0,15)

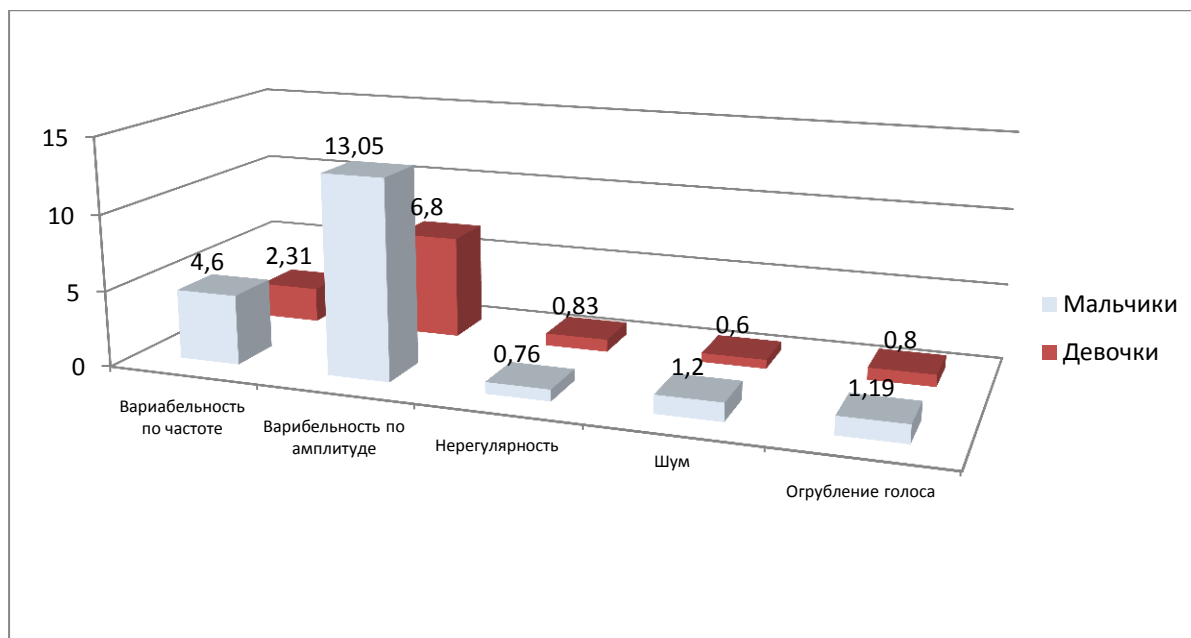


Рис. 3.7. Среднее значение акустических параметров голоса у детей в мутационном периоде

Так, средний уровень данного параметра у мальчиков составил $4,6 \pm 0,46\%$, у девочек — $2,21 \pm 0,35\%$ ($p < 0,05$). У мальчиков показатель варьировал в пределах $0,34$ – $5,6\%$, у девочек — в пределах $0,14$ – $4,5\%$.

Данный параметр в домутационном периоде значительно ниже, чем таковой в мутационном периоде. В домутационном периоде этот показатель не выходил за пределы 3% , и лишь в 20% случаев превышал 2% , при этом статистически достоверной разницы по полу выявлено не было. Было установлено, что у подростков в период мутации пертурбация по частоте не являлся такой жесткой константой, как у детей в домутационном периоде. Графические результаты ААГ отличались большой вариабельностью (рис. 3.8–3.9).

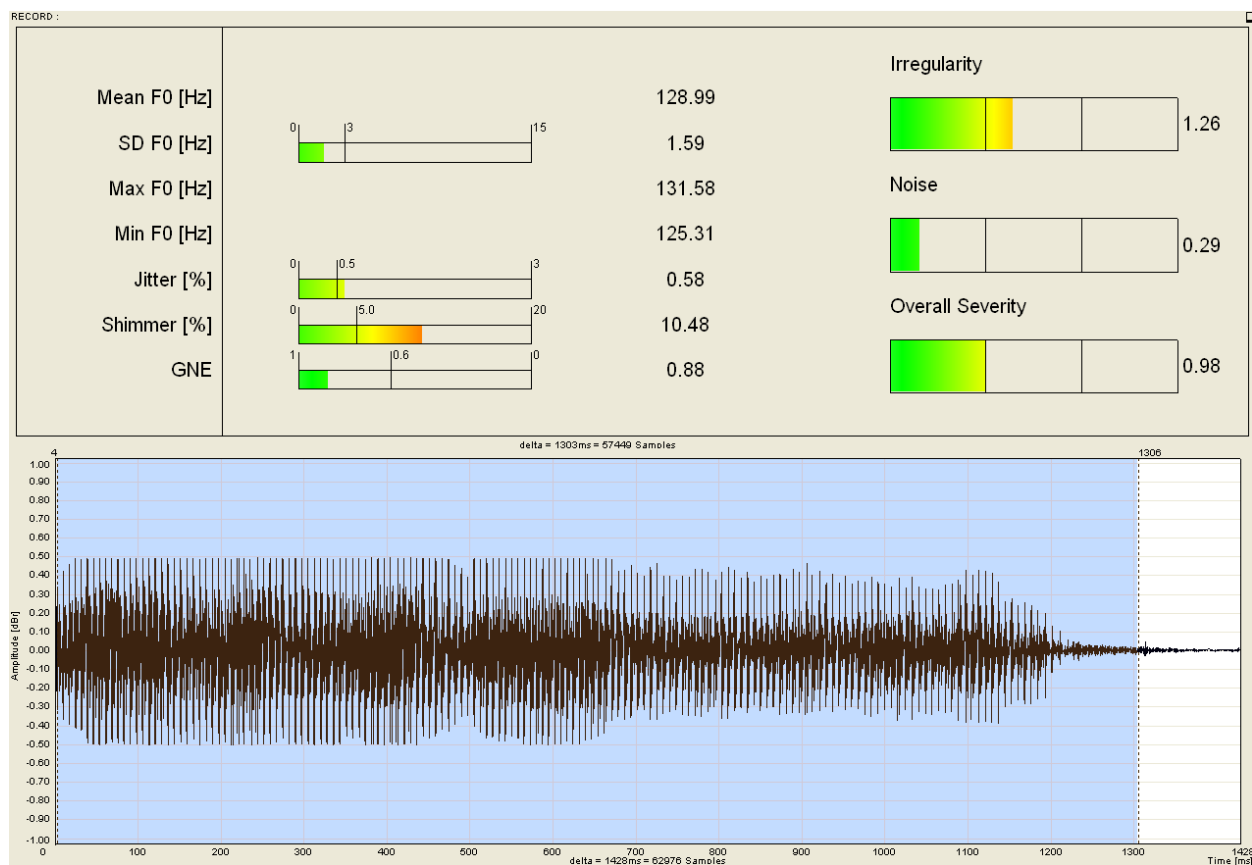


Рис. 3.8. Графический результат ААГ у мальчика Б., 15 лет

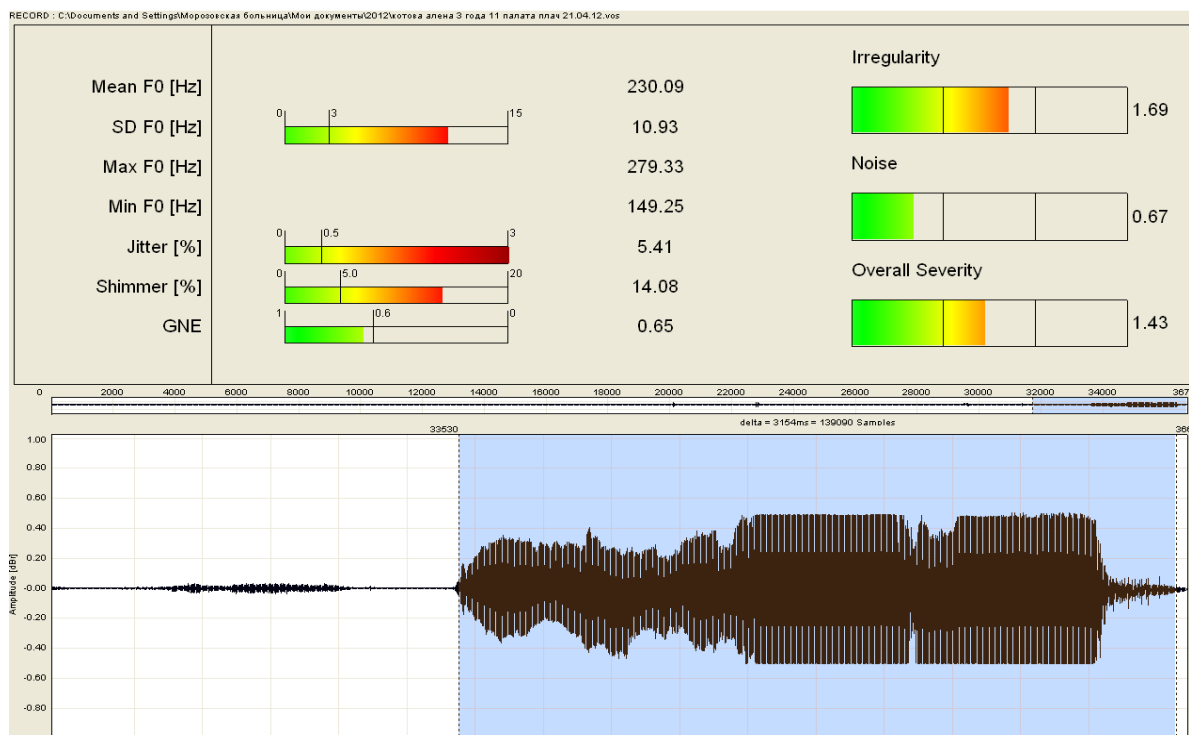


Рис. 3.9. Графический результат ААГ у девочки С., 14 лет

В ходе анализа значения показателя вариабельности по амплитуде также были выявлены значительные различия в зависимости от пола. У мальчиков средний уровень вариабельности по амплитуде составил $13,5 \pm 3,12\%$, у девочек среднее значение было вдвое меньше — $6,8 \pm 2,45\%$. Отмечался достаточно широкий диапазон колебаний данного показателя у мальчиков — $7,12-24,54\%$. В группе девочек у 34 (92%) пациенток разброс составил $5,23-16,54\%$. Только у 3 (8%) девочек данный параметр составил $18,05\%$, $19,00\%$ и $17,56\%$ соответственно.

При сравнительном анализе вариабельности по амплитуде с детьми в возрасте 4–12 лет также были установлены статистически значимые различия. Средний показатель у детей домутационного периода значительно не отличался по полу и составлял $6,93 \pm 1,98\%$, что вдвое меньше у мальчиков период мутации. В группе девочек мутационного периода данный показатель значительно не отличался от такового в домутационном периоде.

При анализе данных показателя нерегулярности статистически достоверной разницы по полу выявлено не было, и средний уровень составил $0,79 \pm 0,37\%$ ($p < 0,05$).

Показатели шума у мальчиков составили в среднем $1,2\% \pm 0,38\%$, в то время как у девочек их среднее значение было вдвое меньше — $0,6 \pm 0,19\%$ ($p < 0,05$). В группе мальчиков минимальные значения составили $0,13\%$, максимальные — $1,94\%$. В группе девочек данный параметр колебался в пределах $0,11-0,87\%$ и не превысил 1% . Показатель шума у детей в мутационном периоде являлся такой же жесткой константой, как и в возрасте 1–12 лет. Было отмечено, что у девочек в период мутации данный параметр был вдвое меньше, чем в возрасте до 12 лет.

При анализе данных по параметру огрубления было установлено, что у девочек данный показатель в 100% случаев не превышал 1% , его значения варьировали в пределах $0,56-1\%$. У мальчиков они ранжировались в пределах $0,79-1,87\%$. При сравнительном анализе с детьми домутационного периода отмечалось снижение числовых данных параметра огрубления в

группе у девочек мутационного периода. В остальном различий выявлено не было (рис. 3.10).

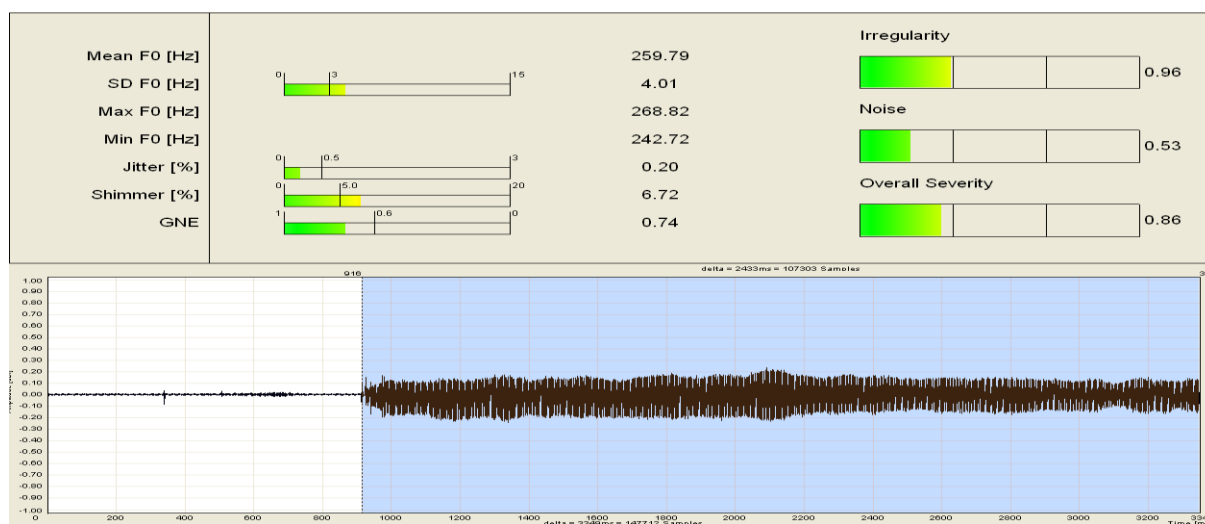


Рис. 3.10. Результаты ААГ у девочки С., 14 лет

3.3. Акустические параметры голоса у здоровых детей 16–18 лет

В исследовании включено 61 человек в возрасте 16–18 лет, 30 мальчиков и 31 девочка. Средний возраст мальчиков составил $16,4 \pm 1,1$ лет, девочек — $16,1 \pm 1,2$ года, различия недостоверны ($p=0,1$).

Существенных различий по ВМФ у мальчиков и девочек выявлено не было. В среднем у мальчиков ВМФ составило $16,1 \pm 3,7$ с, у девочек — $15,9 \pm 3,4$ с ($p < 0,05$).

Следует отметить, что у мальчиков в сравнении с мутационным периодом значимых изменений ЧОТ выявлено не было, и она составила $190,0 \pm 42,5$ Гц, Fmax — $350,6 \pm 121,3$ Гц. У девочек частота основного тона составила $231,1 \pm 45,09$ Гц, Fmax — $734,1 \pm 250,02$ Гц ($p < 0,05$).

При анализе полученных данных по ААГ было установлено, что показатель вариабельности по частоте не отличался по полу и не превышал 1%, в среднем составив $0,65 \pm 0,13\%$ (табл. 3.4). Значения были в пределах 0,11–0,88%. Только у 6 детей данный показатель превысил 1%, составив 1,97%.

Таблица 3.4

Акустические параметры голоса у подростков в возрасте 16–18 лет

Подгруппа/ средний возраст	Возраст	Число пациентов	Вариабель- ность по частоте, % (M±s)	Вариабель- ность по амплитуде % (M±s)	Нерегуляр- ность, % (M±s)	Шум, % (M±s)	Огрубле- ние, % (M±s)
5 подгруппа/ 16,8 лет	16–18 лет	Мал. —30	0,69 (±0,13)	6,75 (±2,31)	0,78 (±0,18)	0,67 (±0,24)	0,91 (±0,33)
		Дев. —31	0,70 (±0,22)	6,26 (±2,31)	0,69 (±0,18)	0,60 (±0,24)	0,89 (±0,33)

Показатели пертурбации по амплитуде в данной группе были одинаковы у мальчиков и девочек и в среднем составили $6,45 \pm 2,31\%$ (рис. 3.11). У мальчиков максимальное значение составило $10,89\%$, в то время как у девочек — $10,36\%$. Минимальное значение у мальчиков составило $3,05\%$, у девочек — $2,28\%$. При сравнении с детьми мутационного возраста показатель пертурбации по амплитуде снизился в 2 раза у мальчиков, у девочек он остался неизменным.

При сравнении показателей нерегулярности с детьми в возрасте 12–16 лет было установлено, что у мальчиков показатель нерегулярности снизился вдвое и в среднем составил $0,78 \pm 0,18\%$, у девочек таких изменений выявлено не было. Статистически достоверной разницы по полу выявлено не было. Лишь у двух детей данный параметр превысил 1% и составил $1,19\%$ и $1,22\%$ соответственно. В остальных случаях он не превышал 1% и варьировал в пределах $0,25–0,99\%$.

Уровень шума находился в пределах $0,27–0,98\%$ как у мальчиков, так и у девочек и в среднем составил $0,65 \pm 0,24\%$. Данный показатель не превышал 1% у всех исследуемых детей. Аналогично при сравнении с детьми в мутационном периоде показатель шума снизился вдвое у мальчиков, у девочек он остался на прежнем уровне.

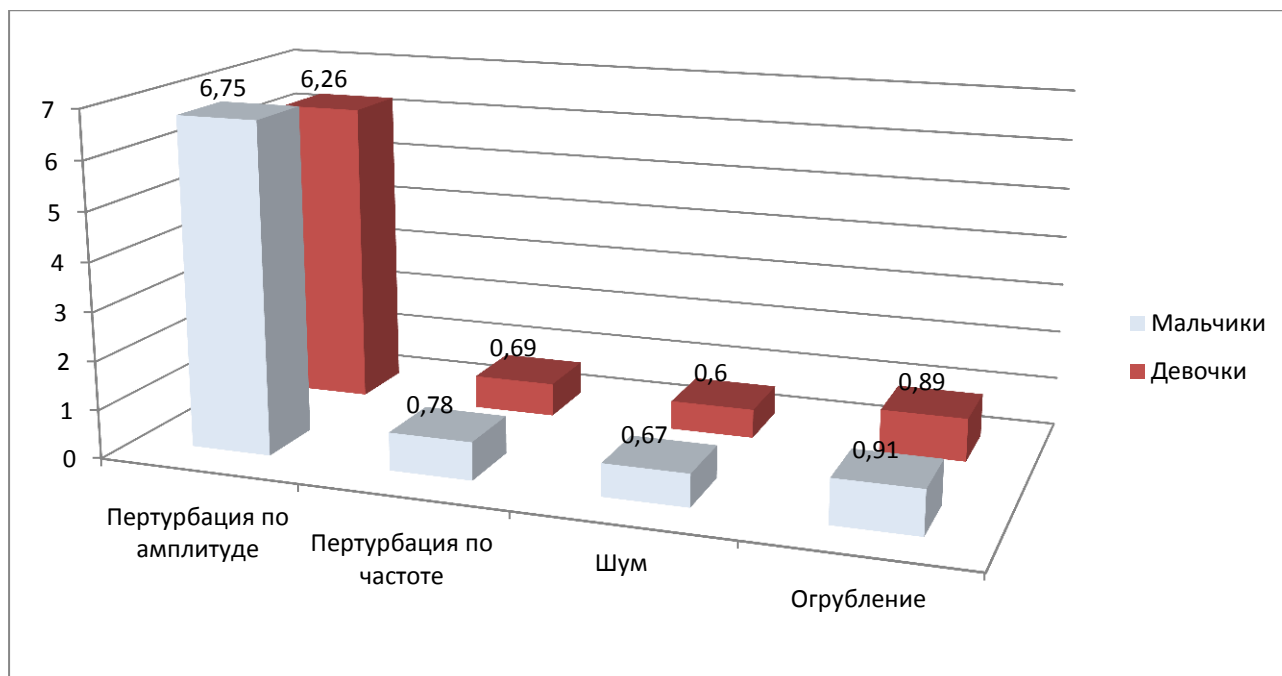


Рис. 3.11. Значения ААГ здоровых подростков в возрасте 16–18 лет

Средний уровень показателя огрубления у детей данной возрастной группы статистически значимо не отличался от детей в возрасте 12–15 лет и составил $0,9 \pm 0,33\%$ ($p < 0,05$). Существенных различий по полу выявлено не было. Вариабельность данного показателя составила 0,68–1,12% (рис. 3.12).

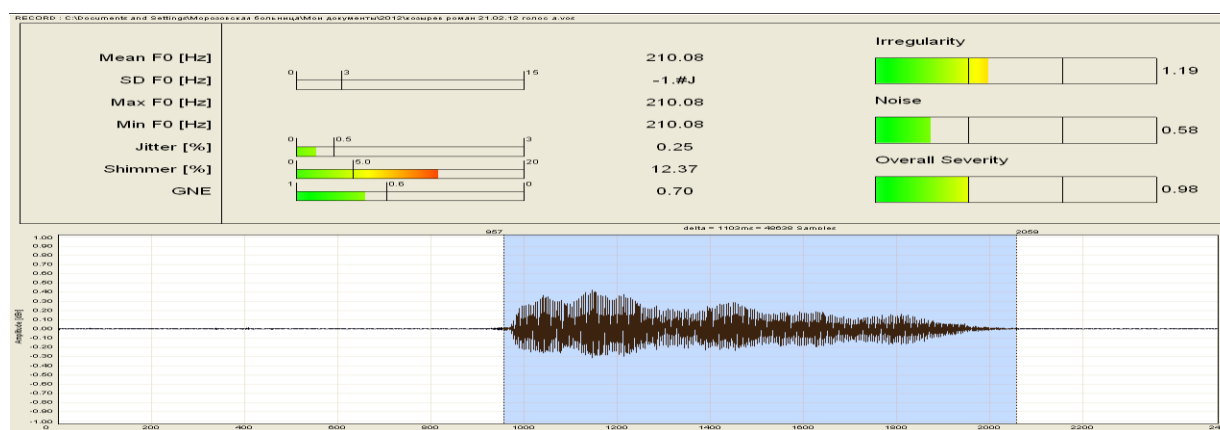


Рис. 3.12. Результат ААГ девочки К., 16,5 лет

3.4. Особенности качества голоса у здоровых детей по данным электроглоттографии. Средние возрастные показатели

В ходе исследования был выявлен ряд особенностей, характеризующих суммарный колебательный процесс голосовых складок, соотношение его фаз, а также количественных характеристик ЭГГ.

При анализе частоты основного тона в 1–3 подгруппах было установлено, что у мальчиков и девочек частота основного тона находилась на одном уровне вне зависимости от возраста и в среднем составила $243 \pm 50,3$ Гц у мальчиков и $260 \pm 43,4$ Гц у девочек (табл. 3.5). Данный параметр варьировал в значительных пределах — 211,5–350,6 Гц.

Таблица 3.5

Частота основного тона в зависимости от пола и возраста по данным ЭГГ

Возрастная подгруппа		Средний возраст	Мальчики			Девочки		
№	Возрастной интервал		Среднее значение, Гц (M±s)	Min значение, Гц	Max значение, Гц	Среднее значение, Гц (M±s)	Min значение, Гц	Max значение, Гц
1	4–5 лет	4,6	$278 \pm 33,4$	211,5	370,7	$292 \pm 43,4$	195,3	320,8
2	5–9 лет	6,9	$250 \pm 48,1$	183,8	326,1	$262,34 \pm 32,5$	235,3	350,6
3	9–12 лет	9,9	$241 \pm 23,5$	180,6	200,34	$253,0 \pm 38,6$	220,3	326,8
4	12–16 лет	13,9	$195,0 \pm 26,7$	106,5	310,0	$234,4 \pm 46,3$	195,6	310,0
5	16–18 лет	16,8	$176,4 \pm 23,4$	104,1	320,4	$230,12 \pm 39,1$	450,75	186,3

У мальчиков в возрасте 12 лет и старше частота основного тона заметно снизилась и в среднем составила $139,4 \pm 36,9$ Гц, в то время как у девочек она была на уровне $230 \pm 36,9$ Гц (рис. 3.13).

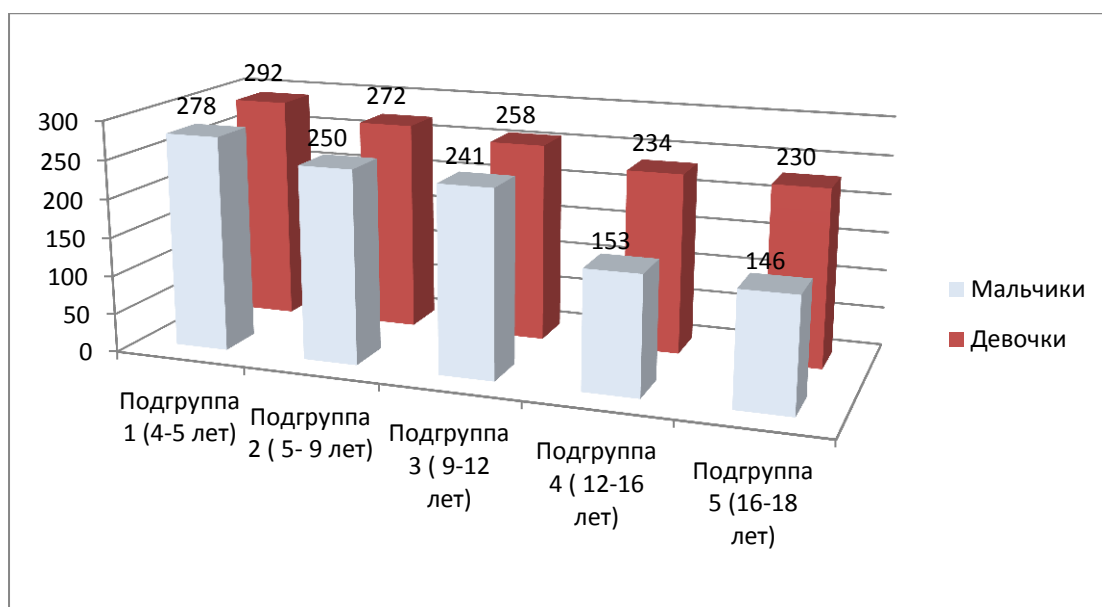


Рис. 3.13. Распределение частоты основного тона в зависимости от пола и возраста

Исходя из вышеизложенного, при анализе данных соотношения фаз в вибрационных циклах для нас основной интерес представляла фаза закрытия, т.е. период смыкания голосовых складок. Ниже приведены данные по основным параметрам, характеризующим данную фазу (табл. 3.6–3.8).

Таблица 3.6

Значения коэффициента открытия у детей и подростков по данным электроглоттографического исследования

Возрастные подгруппы	Мальчики		Девочки	
	(M±s)	Min–Max	(M±s)	Min–Max
4–5 лет	30,02±5,08	23,13–36,1	28,52±2,15	21,56–30,1
5–9 лет	29,91±6,13	20,95–37,1	30,18±1,12	21,33–34,1
9–12 лет	28,12±3,15	21,9–33,8	30,15±3,92	26,25–35,1
12–16 лет	30,15±5,12	23,03–40,05	31,01±2,17	26,01–35,08
16–18 лет	31,15±2,18	27,08–4,13	29,15±5,18	21,5–36,8

Таблица 3.7

Значения коэффициента закрытия у здоровых детей во всех возрастных подгруппах по данным электроглоттографического исследования

Возрастные подгруппы	Коэффициент закрытия (%)	
	Мальчики (M±s)	Девочки (M±s)
4–5 лет	14,3±1,75	14,7±0,45
5–9 лет	13,6±4,1	12,9±5,3
9–12 лет	12,1±2,86	13,6±1,08
12–16 лет	10,3±4,8	12,4±2,3
16–18 лет	14,01±2,5	12,9±2,15

Таблица 3.8

Значения коэффициента открытой фазы у здоровых детей во всех возрастных подгруппах по данным электроглоттографического исследования

Возрастные группы	Коэффициент открытой фазы, %	
	Мальчики (M±s)	Девочки (M±s)
4–5 лет	52,4±4,8	55,0±3,2
5–9 лет	55,1±5,2	54,0±4,8
9–12 лет	54,1±4,1	53,0±2,6
12–16 лет	53,0±3,8	52,0±0,5
16–18 лет	50,08±0,14	51,3±0,012

Во всех возрастных подгруппах отмечалось незначительное преобладание фазы открытия над фазой закрытия вибрационного цикла (рис. 3.14). Статистически достоверной разницы данных показателей по полу и возрасту выявлено не было.

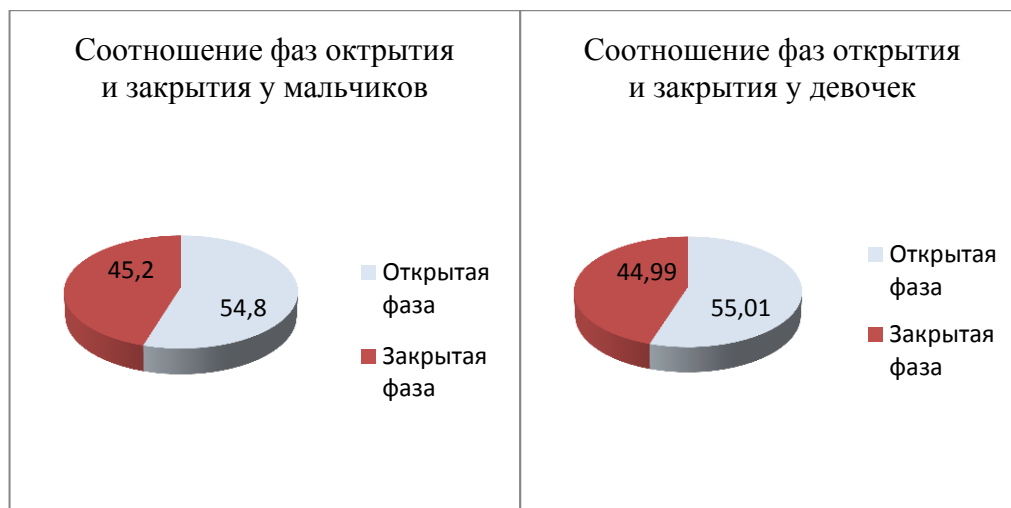


Рис. 3.14. Графическое изображение соотношения фаз вибрационного цикла у мальчиков и девочек в возрасте 1–18 лет

Среднее значение коэффициента открытой фазы, характеризующего степень мышечного напряжения в области голосовой щели, у детей всех возрастных групп в среднем составило $54,8 \pm 3,3\%$. С анатомо-физиологической точки зрения это можно объяснить тем, что для координации большего количества мышц, суживающих голосовую щель, требуется большее время для осуществления афферентации и эфферентного синтеза функциональной системы. Единственная мышца, расширяющая голосовую щель — задняя перстнечерпаловидная — осуществляет этот процесс быстрее, так как в работу включается меньшее количество рецепторов результатов действия.

Коэффициент контакта, косвенно свидетельствующий о тонусе мышц, сужающих голосовую щель, в среднем составил $0,452 \pm 0,478$ (табл. 3.9). Данный параметр является самым главным в электроглоттографическом исследовании; считается, что при его значении ниже 0,3 следует говорить о недосмыкании голосовой щели, при повышении свыше 0,6 — о гипертонусе мышц, сужающих голосовую щель. В ходе исследования было установлено, что полученное нами его значение у детей совпадает с нормативным параметром у взрослых, составляющим в среднем $46,5 \pm 1,25$.

Таблица 3.9

Коэффициент контакта у детей в возрасте 1–18 лет

Возраст	Мальчики (M±s)	Девочки (M±s)
4–5 лет	44,5±1,02	43,2±0,85
5–9 лет	43,51±3,5	43,1±2,56
9–12 лет	42,2±3,8	45,5±0,1
12–16 лет	40,4±1,3	53,7±0,25
16–18 лет	45,1±6,1	42,1±3,56

В ходе исследования качественных параметров ЭГГ, нами были получены следующие результаты (табл. 3.10).

Таблица 3.10

Нормативные параметры ЭГГ у здоровых детей в возрасте 1–18 лет

№ под-группы	Возрастной интервал	Средний возраст, лет	Пол (n)	Коэффициент варибельности по частоте (M±s)	Коэффициент варибельности по амплитуде (M±s)	Сигнал/шум (M±s)	Коэффициент нерегулярности (M±s)
1	4–5 лет	4,6	Мал. — 50	12,40±2,30	10,45±2,34	0,65±0,24	2,84±2,5
			Дев. — 43	7,02±1,43	7,59±1,67	0,74±0,38	2,78±2,60
2	5–9 лет	6,9	Мал. — 43	9,47±1,41	11,57±3,00	0,51±0,17	6,17±2,99
			Дев. — 33	6,72±1,15	8,53±1,78	0,62±0,20	6,57±2,21
3	9–12 лет	9,9	Мал. — 40	11,18±2,02	12,78±4,28	0,53±0,18	7,45±2,15
			Дев. — 39	8,12±1,7	12,67±3,37	0,65±0,21	7,14±1,84
4	12–16 лет	13,9	Мал. — 48	12,02±1,45	16,27±5,75	0,57±0,20	7,77±1,89
			Дев. — 37	8,04±2,56	12,67±2,53	0,73±0,18	6,31±1,65
5	16–18 лет	16,8	Мал. — 30	9,73±1,61	20,71±2,20	0,63±0,24	6,04±1,71
			Дев. — 31	9,28±1,61	15,84±2,20	0,61±0,24	5,25±1,71

При анализе параметров коэффициента варибельности по частоте, было установлено, что данный показатель не зависел от возраста и в среднем составил у мальчиков $10,96 \pm 2,46$ и $8,99 \pm 2,21$ у девочек (рис. 3.15). В группе у девочек минимальное значение данного параметра составило 0,93, а максимальное — 16,34. У мальчиков данный показатель колебался в пределах 2,47–20,53.

Таким образом, в отличие от ААГ при электроглоттографическом исследовании данный показатель не отражает характерных изменений в работе голосовых складок в период мутации. Следует отметить, что внутри групп у детей в возрасте 4–16 лет имелись различия по полу. Так, у девочек данный показатель был ниже, чем у мальчиков и в среднем составил $8,22 \pm 1,3$, в то время как у мальчиков данный параметр составил $11,4 \pm 2,3$. Однако у детей 5-й возрастной группы статистически достоверных различий по полу выявлено не было ($p=0,01$)

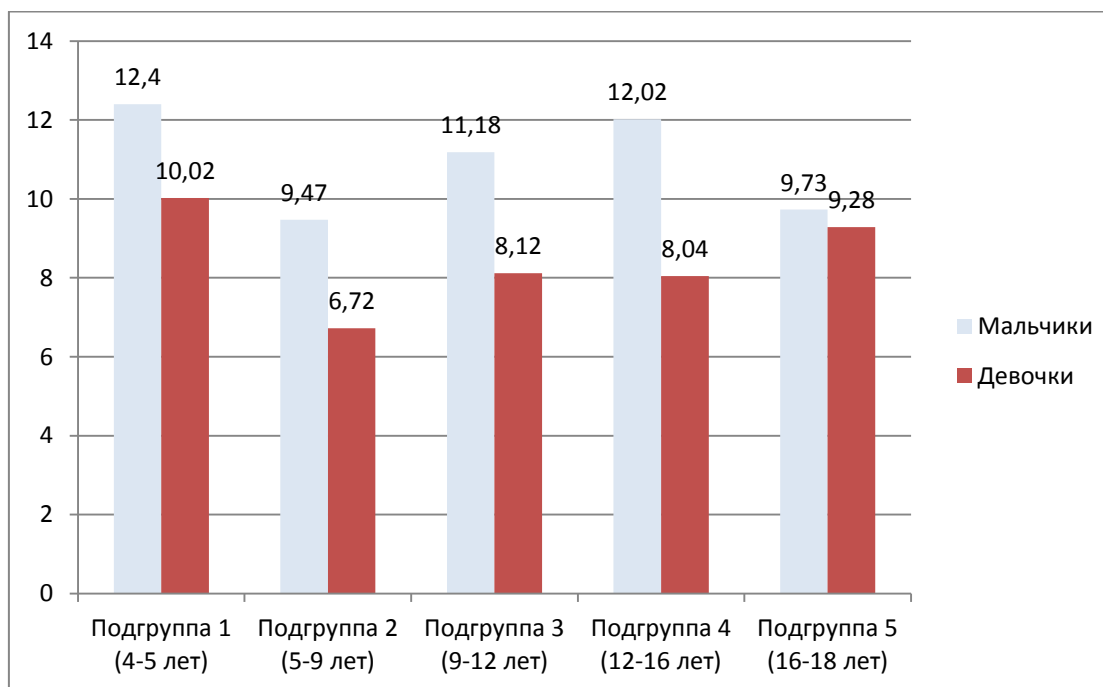


Рис. 3.15. Показатель коэффициента вариабельности по частоте у здоровых детей в возрасте 4–18 лет

При исследовании данных коэффициента вариабельности по амплитуде был установлено, что этот показатель зависел от пола и возраста ($p<0,05$). Так, у мальчиков в 1–3 подгруппах его среднее значение составило $11,6 \pm 3,76$ при минимальном значении — 3,43 и максимальном — 15,35. У девочек данный параметр в среднем был на уровне $9,62 \pm 3,21$. При этом минимальный уровень параметра составил 2,11, максимальный — 15,43 (рис. 3.16).

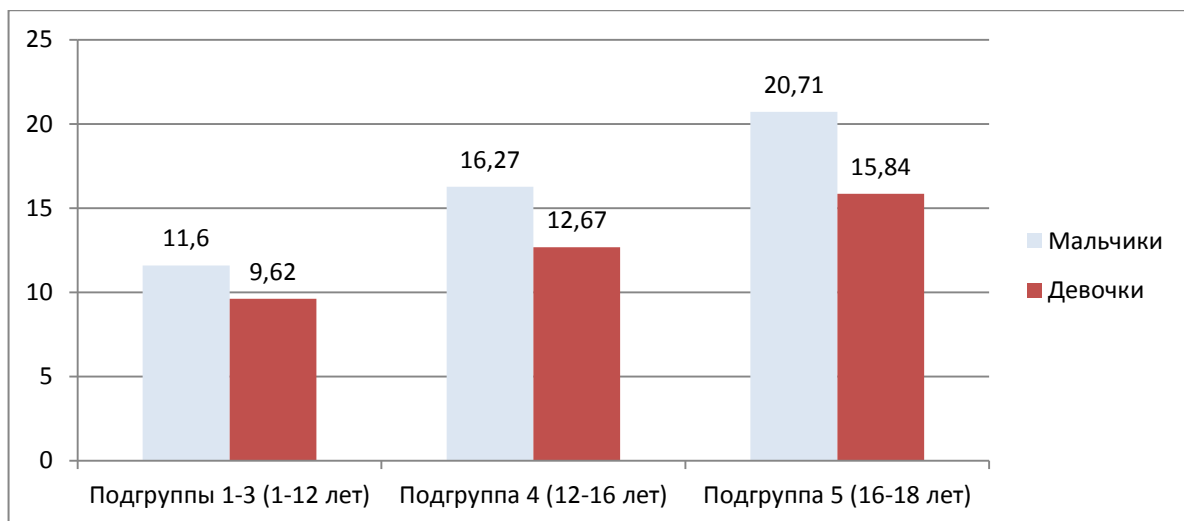


Рис. 3.16. Динамика показателей коэффициента варибельности по амплитуде в зависимости от пола и возраста у здоровых детей 4–18 лет

При анализе данных 4-й подгруппы детей был отмечен заметный прирост уровня коэффициента варибельности по частоте у мальчиков наряду с менее значительным увеличением данного параметра у девочек, средние значения которого составили $16,27 \pm 5,75$ и $12,67 \pm 2,53$ соответственно ($p < 0,05$). В группе у мальчиков данный параметр варьировал в пределах 9,32–33,78, у девочек — в пределах 4,45–19,64.

У подростков 16–18 лет по сравнению с детьми в возрасте 12–15 лет также отмечалось увеличение данного показателя: у мальчиков среднее значение составило $20,71 \pm 2,21$, у девочек — $15,84 \pm 2,20$. У юношей минимальное значение составило 14,31, у девушек — 9,64. Таким образом, увеличение данного показателя свидетельствует об увеличении амплитуды колебаний волн.

Сравнение данных параметра сигнал/шум не выявило статистически достоверных различий по полу и возрасту ($p > 0,05$). Среднее значение данного параметра составило $0,62 \pm 0,12$. Минимально значение данного параметра составило 0,23, максимальное — 0,89 (рис. 3.17). В ходе исследования данный параметр в 100% случаев не превысил 1, что свидетельствует о минимальном наличии аperiodических волн в вибрационных циклах.

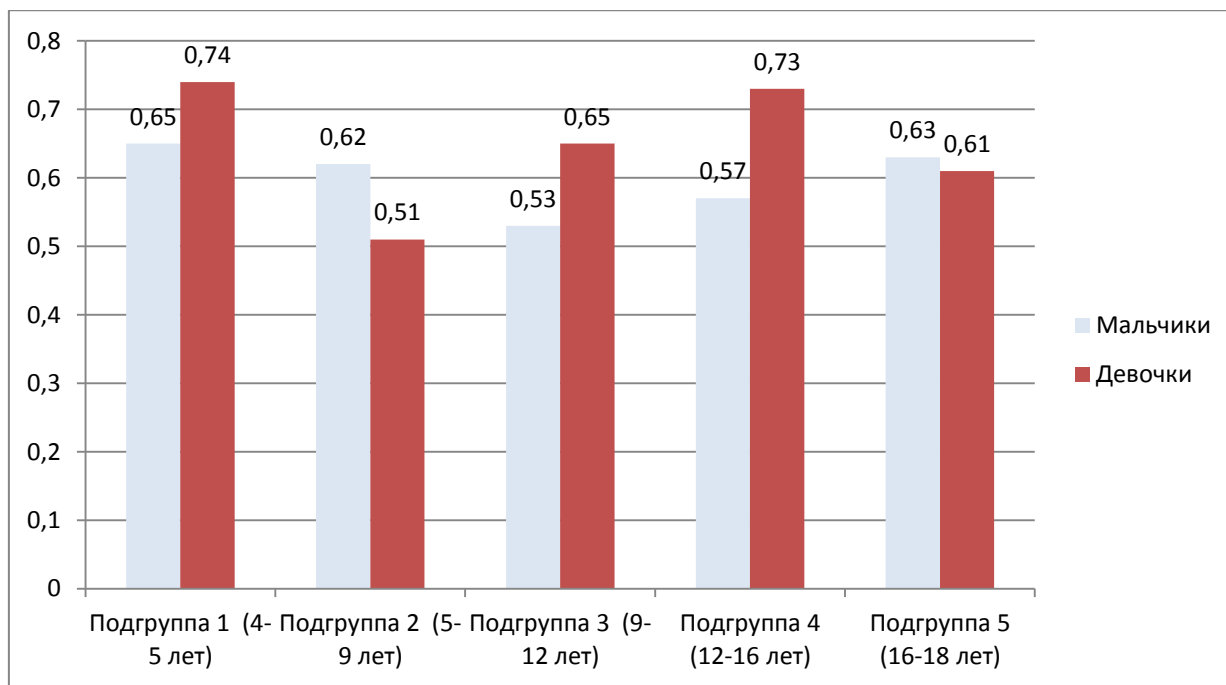


Рис. 3.17. Среднее возрастное значения параметра сигнал/шум у здоровых детей в возрасте 4–18 лет по данным ЭГГ

В ходе анализа параметра нерегулярности, описывающего процентное отношение аperiодичных волн в вибрационном цикле, был выявлен ряд особенностей. Данный показатель не зависел от пола во всех возрастных подгруппах ($p > 0,05$). У детей в возрасте 4–5 лет его значение было минимальным по сравнению с остальными и составило $2,79 \pm 2,59$. В возрасте 5–15 лет отмечалось повышение до среднего уровня $6,9 \pm 1,75$. В дальнейшем у подростков 16–18 лет данный показатель несколько снижался, составляя $5,64 \pm 1,11$ (рис. 3.18).

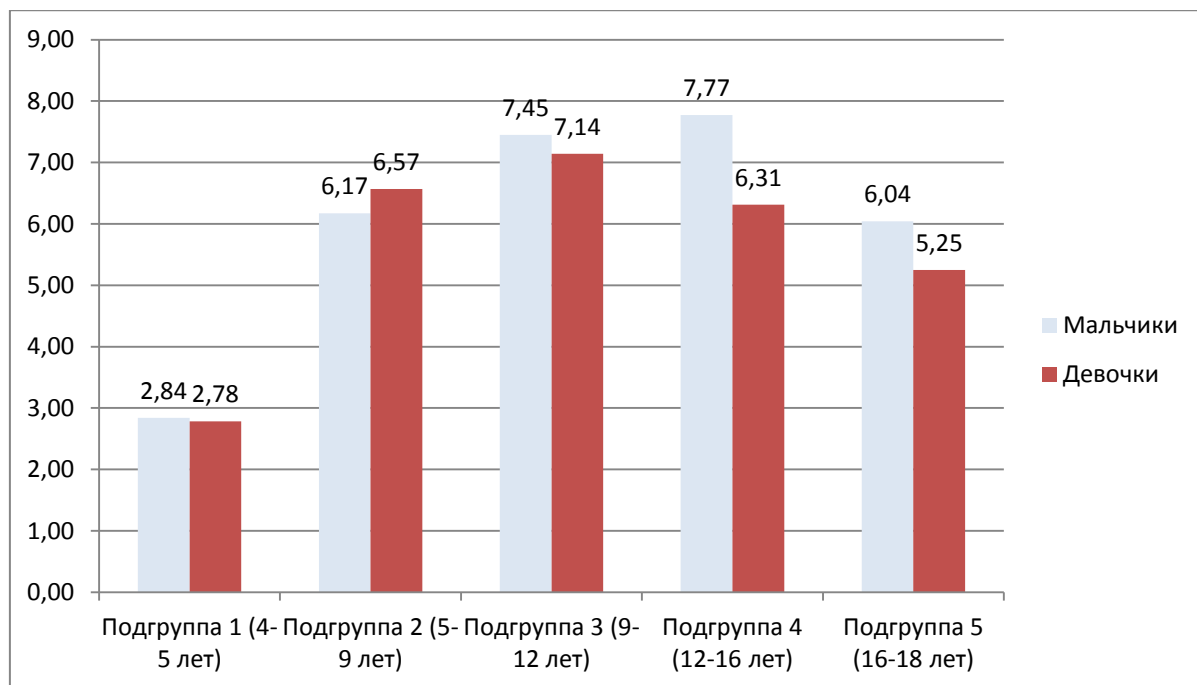


Рис. 3.18. Среднее возрастное значение параметра нерегулярности у здоровых детей в возрасте 4–18 лет по данным ЭГГ

Таким образом, показатели соотношения фаз фонации, количественные характеристики, определяемые по ЭГГ, косвенно свидетельствуют о работе нервно-мышечного аппарата гортани, работе системы обратной афферентации функциональной системы голосообразования, а, следовательно, о степени её саморегуляции и вытекающей отсюда способности к компенсации функций.

Недостаток метода — невозможность исследования каждой голосовой складки в отдельности. Это ограничивает возможности метода, однако в сочетании с другими исследованиями позволяет точнее оценить функциональные возможности голосового аппарата.

Резюме к главе 3

Таким образом, можно сделать заключение, что функция голосообразования у здоровых детей претерпевает закономерные изменения, которые проявляются достоверными различиями основных параметров таких объективных неинвазивных методов оценки функционального состояния голосового аппарата как ААГ и ЭГГ.

Мы считаем, что эти два метода диагностики не взаимозаменяемы. Только комплексное применение методов в сочетании с визуальным осмотром ребенка, тщательно собранным анамнезом позволяет правильно

оценить функциональное состояние его голосового аппарата и выявить ранние его отклонения.

Учет возрастных особенностей показателей каждого из методов исследования необходим для правильной их трактовки в диагностике нарушений голоса у детей и подростков.

Глава 4. Значимость методов акустического анализа голоса и электроглоттографии в комплексном обследовании детей и подростков с дисфонией различного генеза

На основании данных, изложенных в предыдущей главе, становится очевидной необходимость изучения функционального состояния голосового аппарата в целях совершенствования диагностики и лечения нарушений голоса у детей и подростков. Это необходимо для того чтобы глубже и точнее определить существенные особенности, характер и тенденции развития дисфонии у этого контингента больных. Комплексный подход к функциональным исследованиям у больных детского возраста предполагает обязательное знание возрастных особенностей клинических проявлений этих заболеваний. В практическом плане исключительно важно установить, какие изменения функционального состояния голосового аппарата свидетельствуют о начале заболевания, а также в какой степени могут быть выражены признаки, указывающие на неблагоприятное, стойко сохраняющееся течение заболевания у детей. Анализ акустических и электроглоттографических параметров голоса при его нарушении может повлиять на тактику обследования и лечения.

В ходе исследования мы обследовали 79 детей с заболеваниями гортани различного генеза.

Следует отметить, что у 18 (15%) детей патология гортани явилась случайной находкой в ходе проведения ААГ и ЭГГ. У данной группы пациентов в анамнезе не было указания на расстройство голосообразования. При более тщательном сборе анамнеза у 5 детей родители отметили некоторое «огрубление» голоса практически с рождения, воспринимая это как физиологическую особенность их ребенка. У 2-х детей родители стали отмечать легкую степень дисфонии в возрасте 2–3 лет, по поводу чего обращались в поликлиники по месту жительства. Однако после обследования педиатром и отоларингологом патологии выявлено не было. Родителям было объяснено, что данные изменения голоса преходящие и не несут в своей

основе патологии. В остальных случаях родители после тщательного опроса признавали, что периодически у их детей отмечали некоторые изменения в голосе. Однако они носили преходящий характер, спонтанно возникали и проходили самостоятельно, вследствие чего должного внимания на них обращено не было.

Структура и распределение выявленной нами патологии гортани представлены в главе 2 (см. табл. 2.1).

Анализируя данные ААГ детей с различными заболеваниями гортани было установлено, что изменения параметров, за исключением частоты основного тона и ВМФ, в зависимости от пола и возраста были статистически незначительны ($p > 0,05$). Вероятно, это связано с тем, что у этих параметров достаточно узкие границы нормы, в связи с чем мы рассчитали среднее значение показателей для всех возрастных групп. Зависимость данных ЭГГ от пола и возраста не была статистически значима, и ниже будут приводиться средние значения параметров ЭГГ для детей всех возрастов ($p > 0,05$).

4.1. Характеристика электроглоттографических и акустических параметров голоса у детей с острым ларингитом

Нами было обследовано 18 детей (10 мальчиков и 8 девочек) с острыми ларингитами. Наиболее часто голосовые расстройства появлялись на фоне катарального воспаления верхних и нижних дыхательных путей, на которое не было обращено должного внимания. У части детей острый ларингит протекал на фоне этих заболеваний. Субъективно дисфония более выраженной была у детей младших возрастных групп — средней и тяжелой степени. У детей 4-й и 5-й возрастных групп чаще встречалась дисфония легкой и средней степени (табл. 4.1).

Жалобы детей с острым ларингитом

Жалобы	Пациенты	
	Абс.	%
Нарушение тембра голоса:		
• осиплость	7	25
• охриплость	11	75
Утомляемость голоса	12	30
Кашель	16	99
Сухость в горле	15	80

Практически все дети предъявляли жалобы на кашель разной степени интенсивности и ощущение сухости в горле.

Ларингоскопическая картина острого ларингита у детей была разнообразной — от легкой степени гиперемии слизистой оболочки гортани, краевой гиперемии голосовых складок до значительной воспалительной инфильтрации, сопровождающейся гиперемией и утолщением на всем протяжении голосовых складок, отеком надскладкового и подскладкового пространств гортани (рис. 4.1).

При остром воспалении гортани отмечалось значительное снижение ВМФ по сравнению со здоровыми детьми во всех возрастных подгруппах (табл. 4.2). При этом в старших возрастных подгруппах изменения были выражены в большей степени по сравнению с детьми младшего возраста.

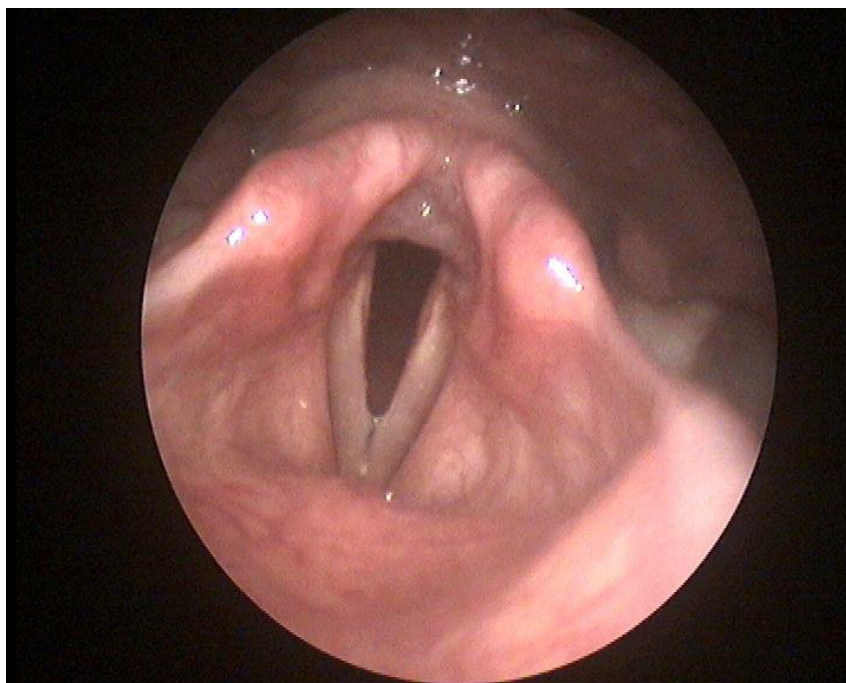


Рис. 4.1. Эндоскопическая картина острого ларингита у мальчика 10 лет

Таблица 4.2

Высота максимальной фонации и частота основного тона у детей с острым ларингитом по данным акустического анализа голоса

Параметры ААГ	Подгруппы 1–3		Подгруппы 4–5	
	Мальчики (M±s)	Девочки (M±s)	Мальчики (M±s)	Девочки (M±s)
ВМФ, с	8,2±1,6	5,3±1,9	10,6±2,8	10,01±1,3
Частота основного тона, Гц	232±21,0	232±4,0	142±34,15	225,3±15,8

При анализе данных частоты основного тона отмечено заметное снижение этого показателя в сторону низких частот наряду со снижением частотного диапазона. Так, у детей домутационного периода среднее значение составило $232 \pm 21,0$ (при определенной нами норме — $278,8 \pm 52,7$), у детей старших возрастных групп (12–18 лет) данное значение регистрировалось на уровне $142 \pm 34,15$ у мальчиков и $225,3 \pm 15,8$ у девочек (при норме — $195,0 \pm 32,5$ и $242,1 \pm 15,09$ соответственно).

Показатель вариабельности по частоте превышал норму в несколько раз и составил в среднем $8,13 \pm 1,3\%$ (при норме — не более 2%). Отмечалось также трехкратное увеличение показателя вариабельности по амплитуде по

сравнению с нормой (табл. 4.3).

Таблица 4.3

Результаты акустического анализа детей у детей с острым ларингитом в возрасте 4–18 лет

Параметры ААГ (%)	Мальчики (M±s)	Девочки (M±s)
Вариабельность по частоте	8,13±1,3	7,15±1,95
Вариабельность по амплитуде	30,0±1,5	32,16±2,08
Нерегулярность	3,5±0,26	2,8±0,13
Шум	0,78±0,14	0,76±0,11
Огрубление	2,09±1,06	2,8±0,13

Повышение данных параметров свидетельствует об увеличении уровня вариабельности по амплитуде и частоте вследствие утолщения голосовых складок при остром воспалении.

О повышении числа аperiodичных колебаний голосовых складок свидетельствуют изменения показателей нерегулярности и огрубления. Так, при норме до 1% параметр нерегулярности был увеличен в 3 раза, а параметр огрубления — в 3 раза. Необходимо отметить, что параметр шума находился в пределах нормы и составил в среднем у мальчиков и девочек $0,77±0,12$ (рис. 4.2).

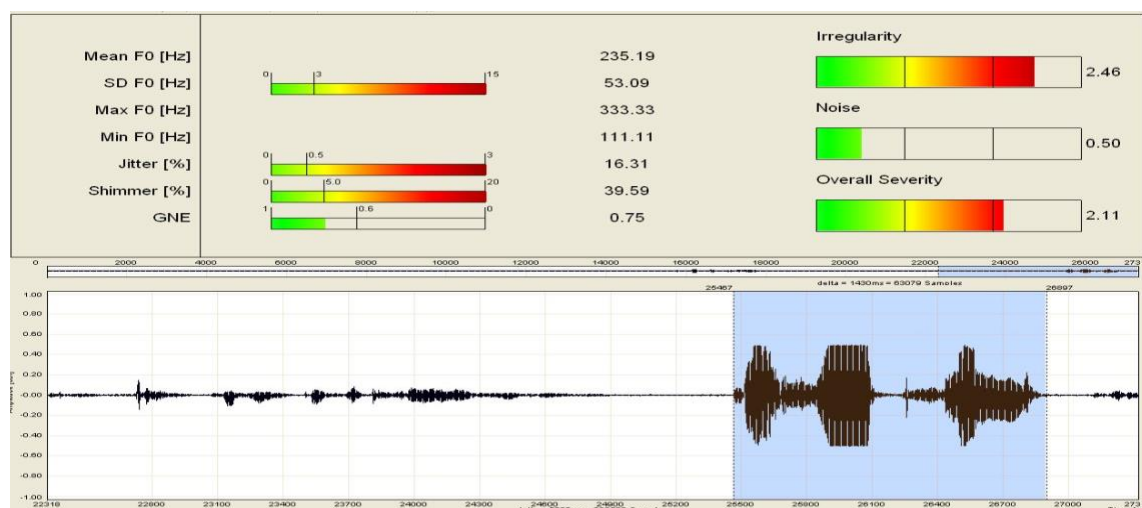


Рис. 4.2. Данные акустического анализа голоса у мальчика 5 лет с острым ларингитом

В ходе анализа данных ЭГГ был выявлен ряд особенностей (табл. 4.4)

Результаты ЭГГ у детей в возрасте 4–18 лет с острым ларингитом

Коэффициент ЭГГ	
Вариабельность по частоте	35,15±4,45
Вариабельность по амплитуде	38,25±3,46
Нерегулярность	9,05±2,36
Сигнал/шум	1,02±0,15

Показатели не зависели от пола и возраста, вследствие чего было рассчитано среднее значение для опытной группы. Так, показатели вариабельности по частоте и амплитуде в 1,5–2 раза превышали возрастную норму и в среднем составили 35,15±4,45 и 38,25±3,46 соответственно. Увеличение ЧОТ отражает изменения морфофункционального состояния голосовых складок.

Показатель сигнал/шум в среднем составил 1,02±0,15, таким образом, превысив возрастную норму 2 раза. Исходя из этого, косвенно можно сделать вывод, что уровень асинхронных колебаний увеличился вдвое по сравнению с нормой (рис. 4.3).

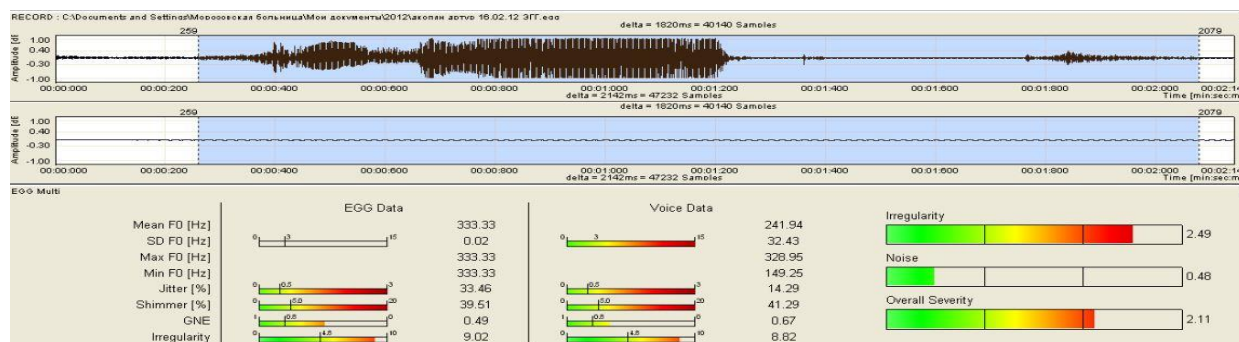


Рис. 4.3. Результаты электроглоттографического исследования у ребенка 5 лет с острым ларингитом

Показатели ЧОТ были заметно ниже у мальчиков и девочек по сравнению с нормой и смещались в сторону более низких частот, составив 215±25,8 Гц у детей 1–3-й возрастных подгрупп, 140,8±34,5 Гц у мальчиков и 200±35,8 Гц у девочек 4–5-й групп. У детей также отмечалось снижение частотного диапазона вдвое по сравнению с нормой, соответствующей их возрасту.

Количественные показатели ЭГГ не зависели от пола и возраста и характеризовались следующими изменениями. Коэффициент контакта находился в пределах нижних границ нормы и составил 0,388. Отмечалось также незначительное преобладание открытой фазы над закрытой, коэффициент открытой фазы составил 55%. Электроглоттографическая волна приобретала форму синусоиды с меньшей выраженностью колена на высоте, характеризовалась наличием дополнительных зубцов асинхронного колебаний голосовых складок, а также удлинением фазы плато внизу, тем самым отражая удлинение периода открытия голосовой щели. Смещение коэффициента в сторону нижней границы нормы, вероятно, можно объяснить повышением количества асинхронных колебаний с укорочением коэффициентов открытия и закрытия голосовых складок (рис. 4.4).

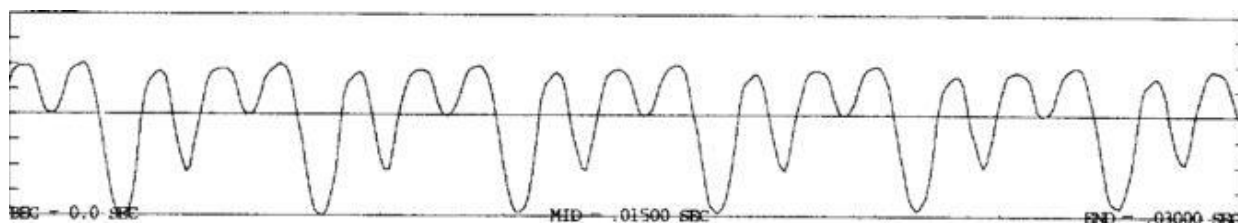


Рис. 4.4. Вариант электроглоттографической волны при остром ларингите у мальчика 5 лет

4.2. Характеристика электроглоттографических и акустических параметров голоса у детей с хроническим ларингитом

Группа обследованных составила 16 детей — 10 (62%) мальчиков и 6 (38%) девочек в возрасте 4–16 лет. У всех детей в анамнезе были частые заболевания верхних дыхательных путей, сопровождающиеся симптомами острого ларингита с выраженными нарушениями голоса. У детей младшего возраста отмечены аденоидиты и частые риносинуситы. В группе у подростков в анамнезе имелись указания на хронический тонзиллит. У детей была диагностирована охриплость разной степени выраженности. Также дети часто предъявляли жалобы на сухость в горле и сухой непродуктивный кашель (табл. 4.5).

Основные жалобы у детей с хроническим ларингитом

Жалобы	Пациенты	
	Абс.	%
Нарушение тембра голоса: • осиплость • охриплость	2 14	12,5 87,5
Утомляемость голоса	10	62,5
Кашель	14	87,5
Ощущение «комка в горле» при глотании	5	31,3
Сухость в горле	6	37,5

Данные ларингоскопического исследования соответствовали картине хронического ларингита с характерным признаком неравномерного утолщения голосовых складок на их протяжении.

Полного смыкания голосовых складок при ларингоскопии не отмечено ни у кого из детей. Недосмыкание проявлялось треугольной щелью, занимающей половину или $2/3$ задних отделов голосовых складок (рис. 4.5).



Рис. 4.5. Эндоскопическая картина хронического ларингита у девочки 7 лет

При анализе данных акустического анализа голоса отмечено снижение ВМФ у детей всех возрастных групп (табл. 4.6).

Таблица 4.6

Частота основного тона и ВМФ у детей с хроническим ларингитом по данным акустического анализа голоса

Параметры ААГ	Подгруппы 1–3		Подгруппы 4–5	
	Мальчики (M±s)	Девочки (M±s)	Мальчики (M±s)	Девочки (M±s)
ВМФ, с	12,41±2,14	13,25±2,65	15,25±1,28	14,26±2,49
Частота основного тона, Гц	260±22,28	260±22,28	1,50±23,11	2,30±32,15

Как видно из таблицы, ВМФ при хроническом ларингите было уменьшено по сравнению с группой здоровых детей, но менее значительно, чем в группе детей с острыми ларингитами. Вероятно, при хронических ларингитах включаются компенсаторные механизмы координации дыхательного и фонаторного отделов голосового аппарата, что и обуславливает меньшие отклонения параметров функции внешнего дыхания.

Снижение ЧОТ в сторону более низких частот с сужением частотного диапазона по сравнению с нормой было менее выражено, чем при остром ларингите, и в среднем составило 213±34,8 Гц (табл. 4.7).

Таблица 4.7

Основные показатели ААГ детей с хроническим ларингитом в возрасте 4–18 лет

Параметры ААГ, %	Мальчики (M±s)	Девочки (M±s)
Вариабельность по частоте	9,01±3,23	8,23±2,63
Вариабельность по амплитуде	15,05±6,15	30,19±7,15
Нерегулярность	2,43±0,98	31,51±0,47
Шум	1,23±0,93	1,35±0,53
Огрубление	3,15±1,35	3,65±1,25

Показатели вариабельности по частоте и амплитуде также значительно были больше нормы, при этом, превышая в 1,5 раза таковые при остром ларингите (рис. 4.6).

Показатель нерегулярности, как и при остром ларингите, в среднем регистрировался на уровне $2,29 \pm 0,47$, что 2 раза превышало нормативный показатель. Среднее значение шума составило $1,29 \pm 0,76$, превышая норму в 2 раза. Необходимо отметить, что при остром ларингите данный параметр не превышал норму.

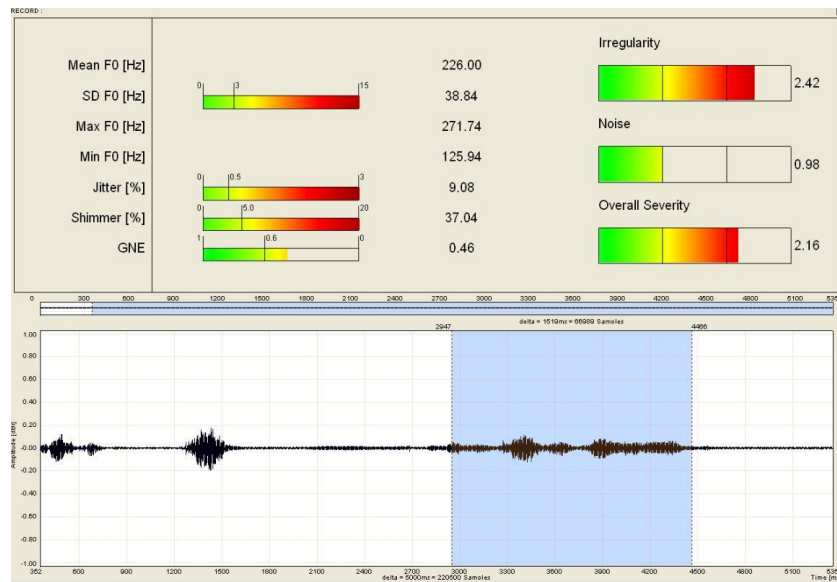


Рис. 4.6. Данные акустического анализа голоса у мальчика 7 лет с хроническим ларингитом

Отмечено заметное превышение показателя огрубления по сравнению с нормативными данными и показателями при остром ларингите. Так, среднее значение у мальчиков и девочек составило $3,15 \pm 1,35$, в то время как при остром воспалении данный коэффициент составлял $2,03 \pm 1,01$.

Все вышеперечисленные изменения показателей свидетельствуют о значительном увеличении вариабельности ЧОТ и высоком процентном содержании асинхронных колебаний в вибрационных циклах. Сравнение с показателями ААГ при остром ларингите свидетельствует о более глубоких нарушениях колебаний голосовых складок.

Количественные параметры по данным электроглоттографического исследования также имели отклонения от нормы. Так, ЧОТ ЭГГ составила в среднем $240,98 \pm 20,19$ Гц у детей 1–3-х возрастных групп при норме $265,16 \pm 36,15$ Гц. У детей старших возрастных групп данный параметр у

мальчиков составил $132,81 \pm 12,51$ Гц, у девочек — $200 \pm 21,4$ Гц. По сравнению с результатами ЭГГ при остром ларингите отмечено относительно более низкое отклонение от нормы, что вероятно, свидетельствует о некоторой степени адаптации.

При анализе параметров variability по амплитуде и частоте отмечено трехкратное их увеличение по сравнению с нормативными данными (табл. 4.8).

Таблица 4.8

Результаты ЭГГ у детей с хроническим ларингитом во всех подгруппах

Коэффициент ЭГГ	
Вариабельность по частоте	$35,15 \pm 7,28$
Вариабельность по амплитуде	$38,25 \pm 5,36$
Нерегулярность	$1,15 \pm 0,46$
Сигнал/шум	$13,2 \pm 2,48$

Так, при норме $16,65 \pm 4,31$ variability по амплитуде составила $38,25 \pm 3,46$, а variability по частоте — $35,15 \pm 4,45$ (при норме — $9,25 \pm 3,12$). Данные за увеличение числа аperiодичных колебаний подтверждались также увеличением показателей нерегулярности и сигнал/шум, уровень которых составил в среднем $13,2 \pm 2,48$ и $1,15 \pm 0,46$.

Анализ качественных параметров электроглоттографической волны при хроническом ларингите показал, что коэффициент контакта находился в пределах нормы и составил 0,4 у мальчиков и девочек, отклонение составило 0,013. Незначительное его снижение в сторону нижней границы нормы также свидетельствовало о снижении продолжительности фазы контакта. В свою очередь, мы наблюдали некоторое увеличение коэффициента открытой фазы, которое составило 55,5%. Электроглоттографическая волна была приближена к синусоидному типу, имела дополнительные пики и неравномерные периоды колебания в смежных вибрационных циклах (рис. 4.7).

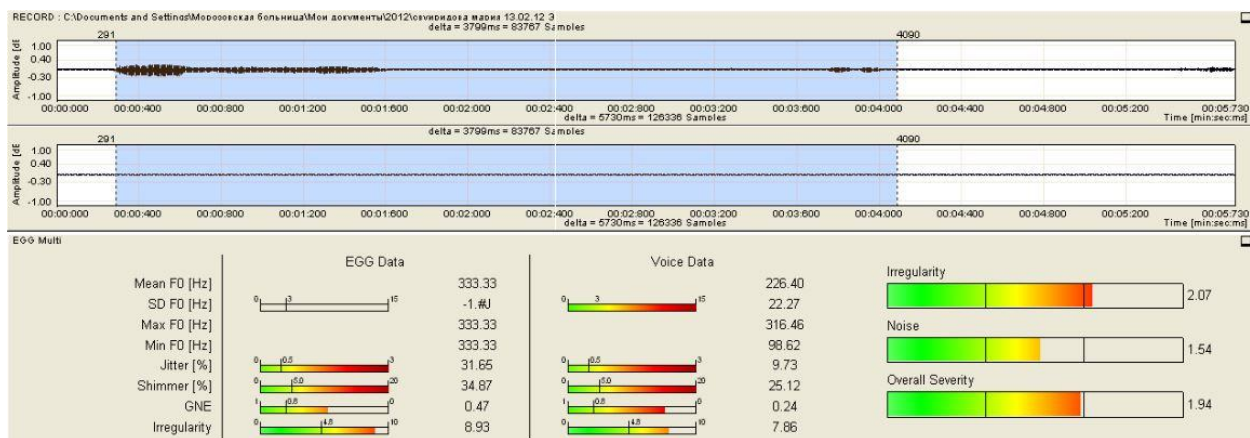


Рис. 4.7. Результаты ЭГГ у мальчика 10 лет с хроническим ларингитом

В целом для хронического ларингита характерно выраженное повышение всех показателей акустического и электроглоттографического исследований с превышением нормы более чем в 3 раза. Количественные данные ЭГГ имеют более важную ценность, нежели качественные, так как коэффициент смыкания регистрирует только сам факт наличия смыкания голосовых складок, но не его качество.

Для иллюстрации приводим **клинический пример**.

Больная И., 5 лет, была консультирована на кафедре оториноларингологии РНИМУ им. Н.И. Пирогова по поводу жалоб на постоянную охриплость в течение двух лет. Девочка активна, любит шумные подвижные игры, посещает детский сад, где является лидером коллектива. В семье еще проживают старший брат и младшая сестра. Девочка много и громко разговаривает, часто на фоне включенных телевизора и магнитофона. Из анамнеза также выяснено, что ребенок болеет ангинами 2–3 раза в год. На момент осмотра отмечается умеренная охриплость. При ларингоскопии голосовые складки бледно-розовые, матовые, определяются узелки на границе передней и средней третей голосовых складок. При фонации выявляется недосмыкание — голосовая щель в форме песочных часов (рис. 4.8).

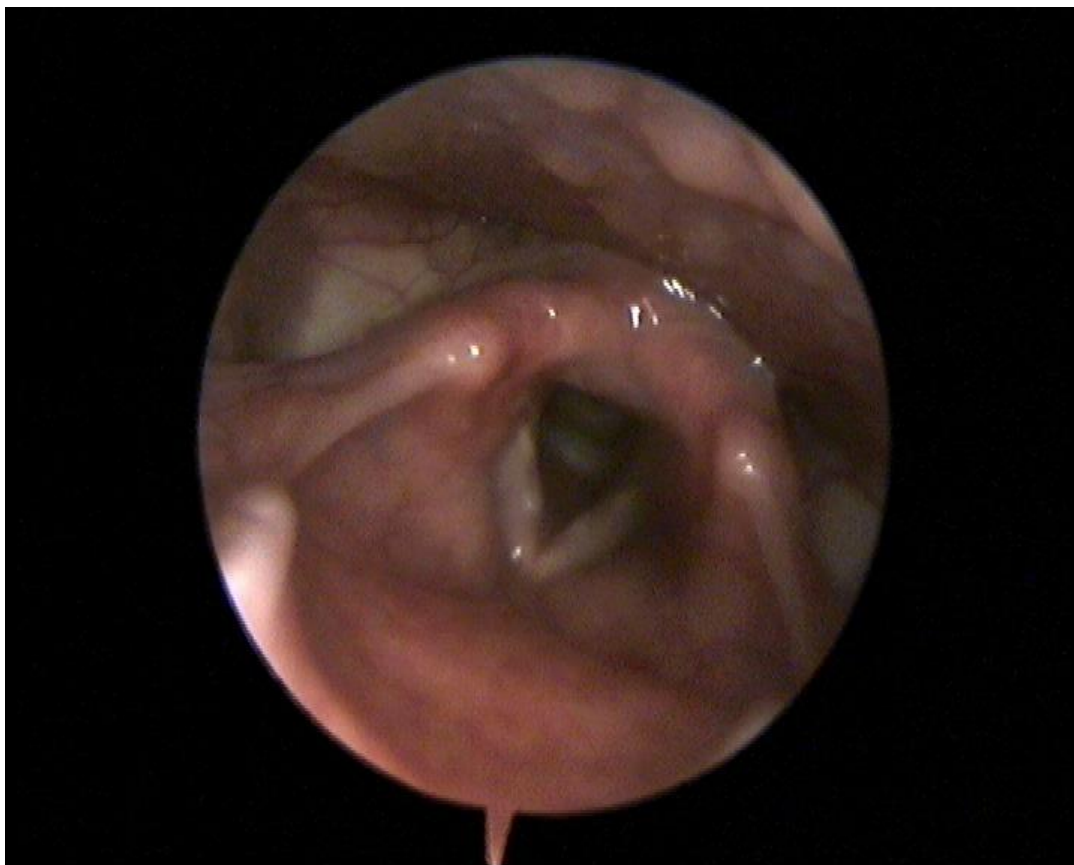


Рис. 4.8. Эндоскопическая картина хронического ларингита, узелков голосовых складок

Ребенку проведены ЭГГ и ААГ (рис. 4.9–4.10).

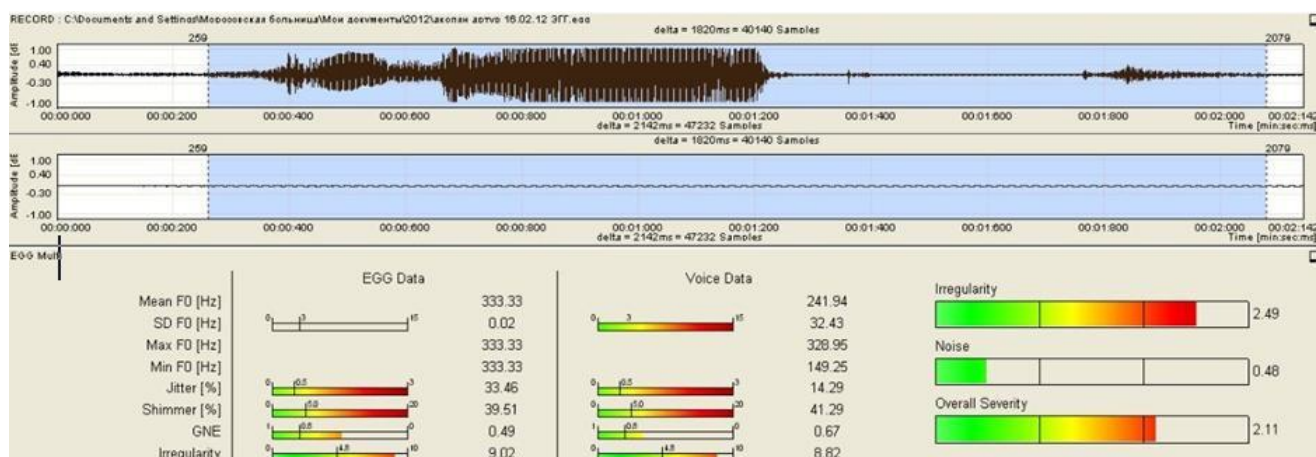


Рис. 4.9. Результаты ЭГГ ребенка И., 5 лет

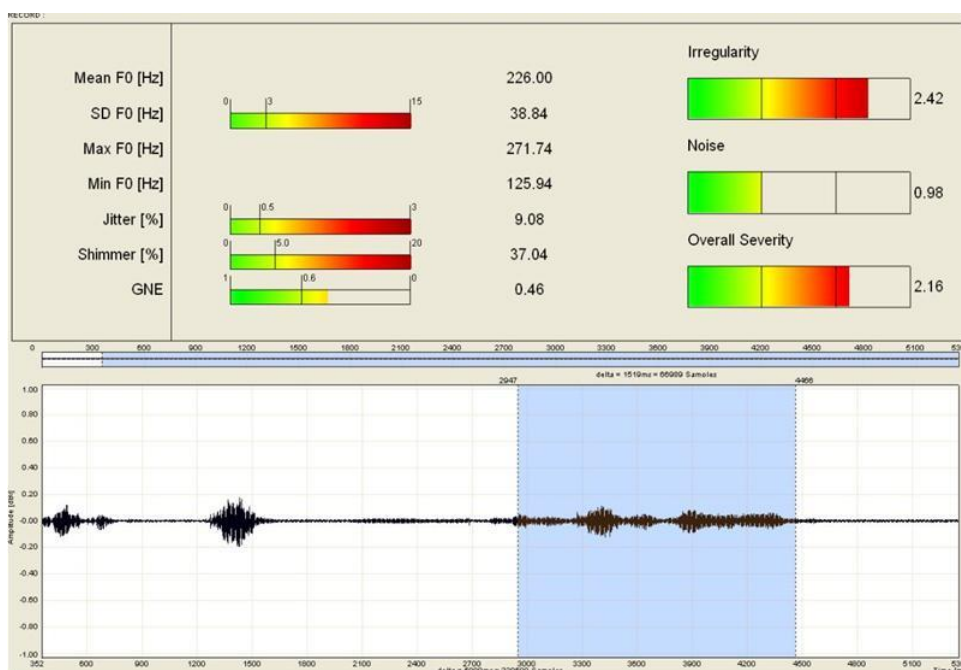


Рис. 4.10. Результаты ААГ ребенка И., 5 лет

Установлен диагноз: хронический ларингит, узелки голосовых складок. Сопутствующие заболевания: хронический компенсированный тонзиллит.

На основании полученных результатов ребенку была назначена терапия с ежедневным контролем ААГ и ЭГГ. Динамика показателей приведена в табл. 4.9.

Таблица 4.9

Динамика показателей ААГ и ЭГГ ребенка И., 5 лет

Параметры	Дата			
	12.09.2012	14.09.2012	17.09.2012	23.09.2012
Параметры ААГ (%)				
Вариабельность по частоте	9.08	8.23	7.54	5.76
Вариабельность по амплитуде	37.04	29.12	20.76	19.06
Нерегулярность	2.42	2.16	1.97	1.06
Шум	0.98	0.93	0.67	0.68
Огрубление	2.16	2.00	1.78	1.75
Параметры ЭГГ				
Коэффициент вариабельности по частоте	30.34	26.32	20.34	20.12
Коэффициент вариабельности по амплитуде	32.13	26.98	23.13	20.45
нерегулярность	9.01	8.45	6.78	4.67
Сигнал/шум	0.49	0.56	0.76	0.54

Была проведена работа с родителями и девочкой по составлению программы гигиены голоса в семье, предупреждению его перенапряжения. Родителям было рекомендовано сдать посевы у ребенка из носоглотки и гортаноглотки, а также проведение ежегодно курсов лечения хронического тонзиллита. Был назначен курс ингаляций, на фоне которого отмечалась выраженная положительная динамика по данным ААГ и ЭГГ. Субъективно родители отмечали улучшение качества голоса. Учитывая все еще сохраняющиеся изменения по данным ААГ и ЭГГ, ребенок был выписан на амбулаторное лечение с контролем ААГ и ЭГГ.

4.3. Характеристика электроглоттографических и акустических параметров голоса у детей с узелками голосовых складок

Нами проведено обследование 32 детей в возрасте 4–16 лет с УГС. Отмечалось неравномерное распределение частоты заболевания по возрастам: 16 (50%) детей с УГС были в возрасте 4–5 лет, 11 (34,4%) детей вошли в состав 2-й группы, средний возраст которых составил 7 лет, в 5 случаях данная патология диагностирована у детей в возрасте 12–15 лет. Мальчиков было 13, девочек — 18. При анализе жалоб установлены существенные различия между мальчиками и девочками (табл. 4.10).

Особенности такого распределения по возрастам, вероятно, связаны с вовлечением детей в активное социальное взаимодействие. Для детей младшего возраста таким фактором явился детский садик, а для детей 9–12 лет — занятия в школе и различных кружках. Все это увеличивало нагрузку на голосовой аппарат детей.

Следует также отметить особенности поведенческих реакций у детей с УГС. Гиперактивность отмечалась чаще у мальчиков — 46,7% случаев. У девочек эта особенность поведения имела место лишь в 19% наблюдений ($p < 0,05$).

Таблица 4.10

Жалобы детей с узелками голосовых складок (n=32)

Жалобы	Мальчики		Девочки		Всего	
	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%
Нарушение тембра голоса:						
• осиплость	9	40	13	42,8	21	41,6
• охриплость	9	60	15	57,2	24	58,4
Утомляемость голоса	7	26,7	5	9,5	13	16,7
Кашель	4	33,4	5	9,5	9	19,5
Ощущение дискомфорта при глотании	–	–	2	9,5	2	5,6

Если расстройство тембра голоса имело место у всех пациентов, то утомляемость голоса, кашель в большей степени были характерны для мальчиков, чем для девочек ($p < 0,05$). Ощущение дискомфорта в гортани при глотании имелось только у девочек. Сроки возникновения жалоб варьировали от 1 до 3 мес, что служило основанием дифференциальной диагностики между хроническим ларингитом и УГС в детском возрасте.

При ларингоскопии узелки располагались в типичном месте — на границе передней и средней третей голосовых складок. В 57% случаев узелки имели вытянутую веретенообразную форму. При фонации голосовая щель чаще имела форму «песочных часов» — 30 (94,4%) детей, реже линейную форму — 2 (5,6%) детей (рис. 4.11).



Рис. 4.11. Эндоскопическая картина узелков голосовых складок у больной К., 10 лет

При сравнении акустических параметров голоса детей с УГС со здоровыми детьми того же возраста выявлены существенные различия. Так, при УГС отмечалось достоверное укорочение ВМФ, причем у девочек практически в 2 раза по сравнению с нормой. Наблюдалось статистически значимое сужение частотного диапазона и смещение его в сторону более низких частот (табл. 4.11).

Таблица 4.11

Время максимальной фонации и частота основного тона у детей с узелками голосовых складок по данным акустического анализа голоса

Параметры ААГ	Подгруппы 1–3		Подгруппы 4–5	
	Мальчики (M±s)	Девочки (M±s)	Мальчики (M±s)	Девочки (M±s)
ВМФ, с	7,95±1,16	5,08±2,56	9,08±1,25	7,25±2,95
Частота основного тона, Гц	258±25,15	258±25,15	160±35,1	220±25,

Параметры пертурбации по амплитуде и высоте так же имели ряд отклонений (табл. 4.12).

Параметры акустического анализа голоса у детей с узелками голосовых складок

Параметры ААГ, %	Мальчики (M±s)	Девочки (M±s)
Вариабельность по частоте	3,15±1,25	3,02±0,98
Вариабельность по амплитуде	2,08±4,25	1,08±3,25
Нерегулярность	1,7±0,51	1,67±0,23
Сигнал/шум	0,45±0,10	0,5±0,15
Огрубление	1,4±0,15	1,45±0,13

Как видно из таблицы, показатели вариабельности по частоте и амплитуде достоверно выше нормативных показателей ($p < 0,05$), но ниже уровня значений этих параметров при остром и хроническом ларингитах. Повышение показателей нерегулярности и огрубления также свидетельствуют об отсутствии полного смыкания голосовых складок и увеличению количества асинхронных волн. Однако уровень шума оставался в среднем на верхней границе нормы (рис. 4.12).

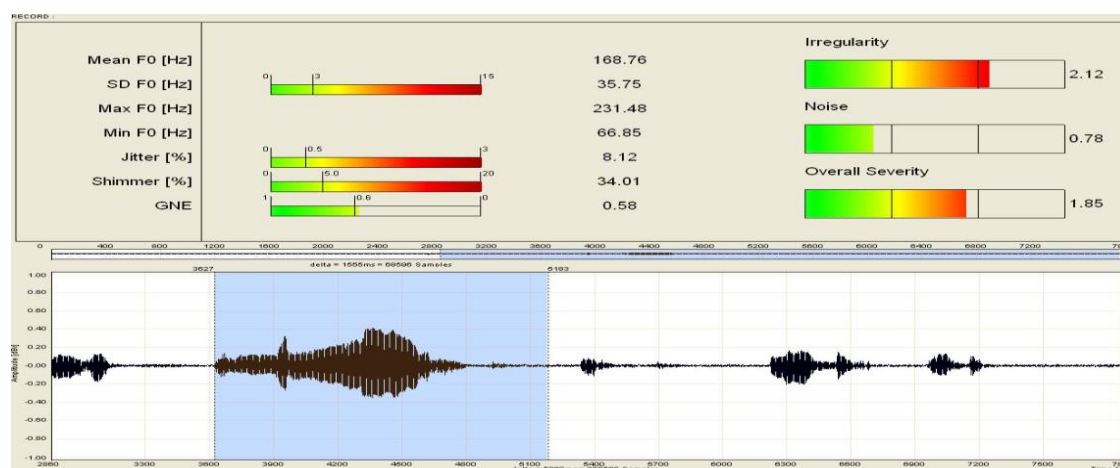


Рис. 4.12. Данные ААГ у мальчика 6,5 лет с узелками голосовых складок

Данные ЭГГ у детей с УГС показали, что в целом наблюдалось повышение среднего уровня значений параметров в 2 раза по сравнению с нормой. Так, уровень пертурбации по частоте составил $25,08 \pm 9,26$, а пертурбации по амплитуде — $30,02 \pm 4,15$. Уровень увеличения пертурбации

по амплитуде сопоставим с таковым при хроническом ларингите, в то время как показатель пертурбации по частоте заметно ниже (табл. 4.13).

Таблица 4.13

Данные ЭГГ у детей с узелками голосовых складок

Коэффициент ЭГГ	
Вариабельность по частоте	32,08±9,26
Вариабельность по амплитуде	35,02±5,26
Нерегулярность	8,95±2,15
Сигнал/шум	0,95±0,15

Значения параметра сигнал/шум по данным исследования незначительно превышали нормативный уровень и в среднем составили $0,95\pm 0,15$ при норме не более 1. Отмечалось достоверное повышение уровня показателя нерегулярности ($p > 0,05$), составив $8,95\pm 2,15$. Однако данный уровень был в 1,5 раза ниже, чем при хроническом ларингите (рис. 4.13).

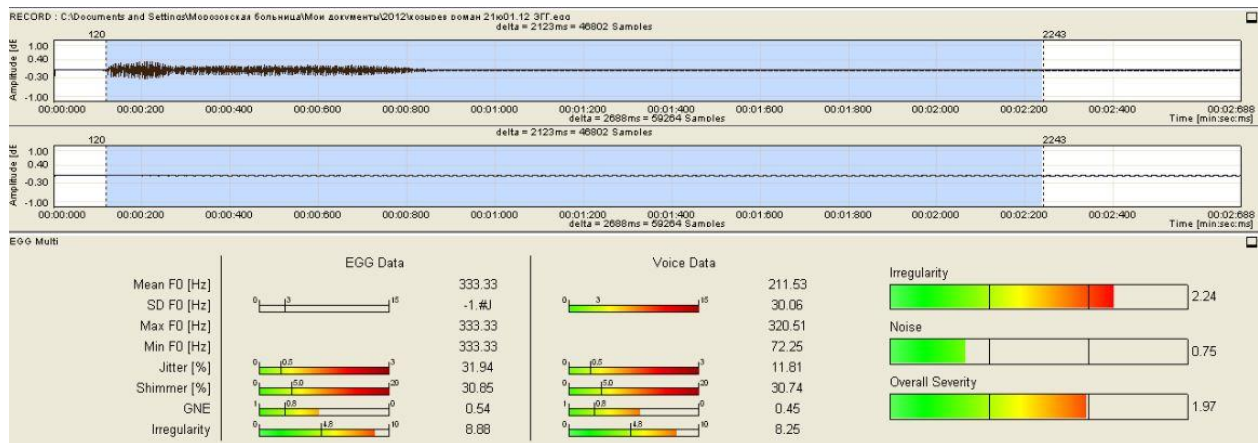


Рис. 4.13. Данные ЭГГ у больного М. 11 лет с узелками голосовых складок

Коэффициент смыкания при УГС также как и при хроническом ларингите находился в пределах нормы и составил $0,43\pm 0,011$. Электроглоттографическая волна характеризовалась наличием дополнительных зубцов, незначительным увеличением фазы открытия (56%) и укорочением фазы плато, соответствующей периоду полного закрытия голосовой щели (рис. 4.14).

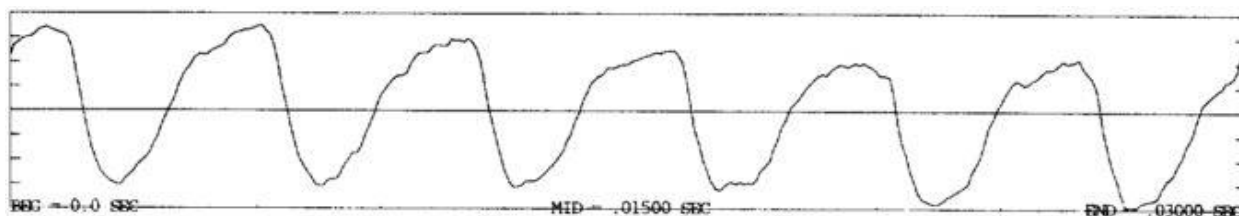


Рис. 4.14. Электроглоттографическая волна при узелках голосовых складок

4.4. Характеристика электроглоттографических и акустических параметров голоса у детей с гипотонусной дисфонией

В ходе настоящего исследования у 2 (5%) пациентов в возрасте 15 и 16 лет была диагностирована **гипотонусная дисфония**. Диагноз функционального нарушения голоса ставился в том случае, когда у ребенка выявлялась дисфония, но не было выраженных изменений при ларингоскопии.

Дети или их родители отмечали в анамнезе эпизоды нарушения голоса, особенно в период мутации, при инфекциях верхних дыхательных путей, трахеобронхитах, у 1 ребенка был диагностирован ГЭРБ.

Этиологическим фактором возникновения функциональной гипотонусной дисфонии в большинстве случаев являлась психотравмирующая или стрессовая ситуация, возникшая на фоне лабильной нервно-психической сферы детей. В ряде случаев дети отмечали периоды полной потери голоса (функциональная афония), которые спонтанно разрешались.

При оценке качества звучания голоса у больных отмечалось изменение его тембра: у детей периодически наблюдалась легкая охриплость, голос был слабым, а голосообразование сопровождалось быстрой утомляемостью голоса вплоть до афонии при сохраненной шепотной речи.

При эндоскопическом исследовании гортани у больных отмечалось неполное сближение голосовых складок при попытке фонации, при этом голосовая щель имела линейную форму. Однако отмечалась хорошая аддукция голосовых складок во время кашля, что свидетельствовало об

отсутствии нарушений со стороны нервно-мышечного аппарата. Такая изменчивость ларингоскопической картины являлась ярким признаком и доказательством функциональной природы заболевания.

По данным ААГ, у детей отмечалось снижение ВМФ по сравнению с возрастной нормой (табл. 4.14), что характерно для гипотонусной дисфонии. Во время проведения исследования отмечалась быстрая утомляемость голоса. Тем не менее, при повторных исследованиях показатели частоты основного тона практически не отличались от нормативных показателей.

Таблица 4.14

Время максимальной фонации и частота основного тона у детей с гипотонусной дисфонией по данным акустического анализа голоса

Параметры ААГ	Больной Н., 15 лет	Больной К., 16 лет
ВМФ, с	10,12	8,5
Частота основного тона, Гц	240,15	180,39

Показатели ААГ представлены в табл. 4.15. Отмечено повышение показателей вариабельности, а также показателей огрубления голоса. Однако уровень увеличения показателей ниже, чем при острых или хронических воспалительных процессах, что свидетельствует об отсутствии воспалительного процесса.

Таблица 4.15

Показатели ААГ у детей с гипотонусной дисфонией

Параметры ААГ, %	Больной Н., 15 лет	Больной К., 16 лет
Вариабельность по частоте	1,15	1,2
Вариабельность по амплитуде	8,3	9,01
Нерегулярность	1,15	1,23
Шум	0,95	1,01
Огрубление	0,99	0,89

При анализе данных ЭГГ не было выявлено отклонения от нормы, что свидетельствует об отсутствии поражения нервно-мышечного аппарата гортани (табл. 4.16).

Таблица 4.16

Показатели ЭГГ у детей с гипотонусной дисфонией

	Коэффициент вариабель- ности по частоте	Коэффициент вариабель- ности по частоте	Сигнал /шум	Коэффициент нерегуляр- ности	Частота основного тона
Больной Н., 15 лет	10,73	21,98	0,67	7,89	176,4
Больной К., 16 лет	10,34	16,76	0,75	7,54	256,0

Полученные данные имеют важное значение при дифференциальной диагностике с другими заболеваниями гортани. В ряде случаев возникают вопросы о наличии органического поражения, когда имеется неполное смыкание голосовых складок. В таких ситуациях проведение ЭГГ является очень ценным дифференциально-диагностическим методом исследования.

4.5. Характеристика электроглоттографических и акустических параметров голоса у детей с травмой гортани

Травма гортани достаточно часто встречается в практике врача-оториноларинголога, особенно она актуальна в педиатрической практике. Следует отметить, что при травме может быть диагностирован как парез гортани, так и отсутствие органического повреждения по данным эндоскопического исследования гортани. В связи с этим в диагностике травмы гортани важную роль играют объективные неинвазивные методы исследования голосовой функции.

В наше исследование включено 11 (14,7%) детей в возрасте 5–14 лет, находящихся на лечении в ЛОР отделении МДГКБ с направляющим диагнозом ушиб горла. У 7 детей в анамнезе была травма области шеи (прямой удар), полученная во время коллективных игр в детском садике или школе; 3 ребенка получили травму во время занятий борьбой. Самыми

частыми были жалобы на осиплость (82%), у одного ребенка отмечалась афония в течение нескольких минут сразу после получения травмы (табл. 4.17). Как правило, на момент поступления явления осиплости были минимальны, только у 3-х детей диагностировалось стойкое нарушение голоса на момент поступления в больницу.

Таблица 4.17

Жалобы детей с травмой гортани

Жалобы	Число детей	
	Абс.	%
Осиплость	9	82
Афония	1	9
Затруднение дыхания	5	45,5
Болезненность при глотании	–	–
Боли в области шеи при пальпации	2	18
Болезненность при движении шеи	2	18

Следует отметить, что 5 (45,5%) детей предъявляли жалобы на затруднение дыхания в течение 10–15 мин после перенесенной травмы. На момент осмотра дети не жаловались на болезненность при глотании, пациенты затруднялись ответить, имели ли место такие жалобы сразу после получения травмы. При осмотре у 2 (18%) детей отмечался незначительный отек в области передней поверхности шеи, сопровождающийся жалобами на боль в области шеи при глотании и при движении в шейном отделе позвоночника.

В ходе эндоскопического исследования у 7 детей был выявлен ряд патологических изменений гортани (рис. 4.15).

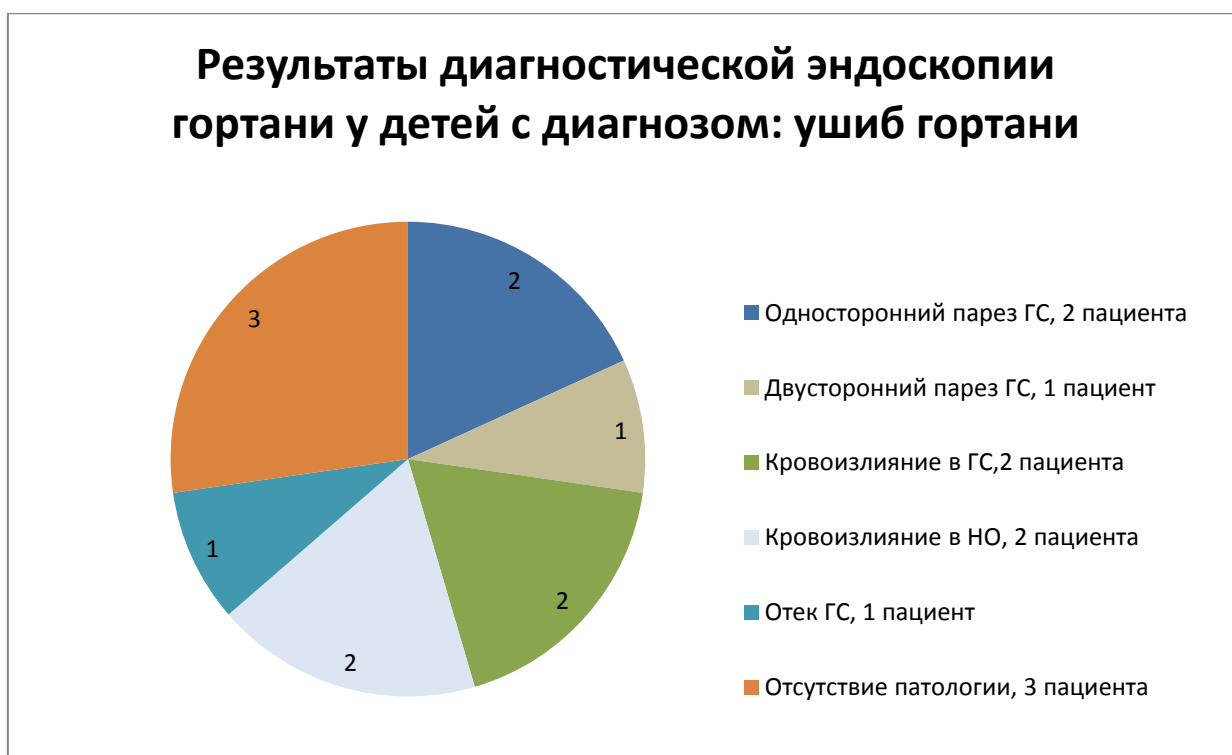


Рис. 4.15. Результаты диагностической эндоскопии гортани у детей с направляющим диагнозом ушиб горла

Как видно из диаграммы, наиболее часто диагностировались односторонний парез голосовых складок и кровоизлияние в голосовые складки, при этом во время осмотра отмечалась осиплость (рис. 4.16).

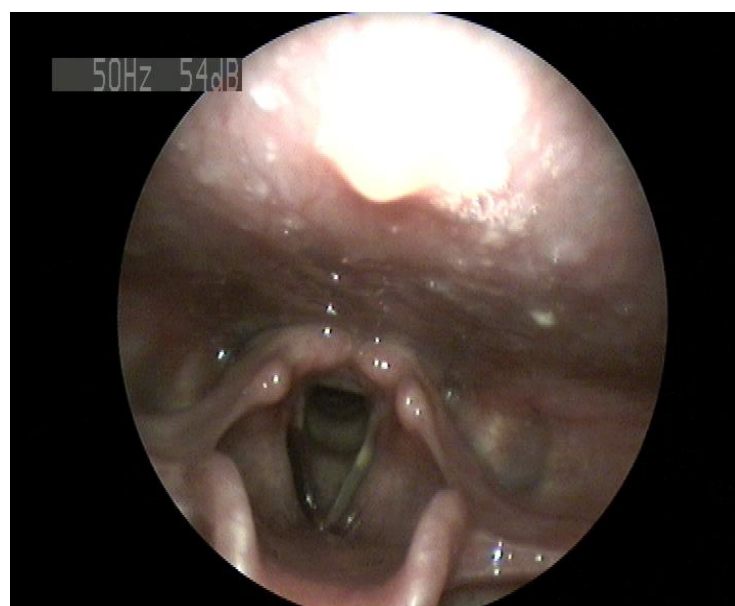


Рис. 4.16. Эндоскопическая картина кровоизлияния в правую голосовую складку больной М., 10 лет

Однако в ходе исследования, у 3 детей отсутствовали изменения как по данным диагностической эндоскопии гортани, так и по результатам

стробоскопического исследования. При этом на момент осмотра у детей также отсутствовали какие-либо жалобы.

В ходе обследования у 7 детей имелось снижение ВМФ на 20% от возрастной нормы, что соответствовало клинической картине заболевания, в то время как у 3 детей такие изменения отсутствовали. Однако по результатам ААГ были выявлены изменения у всей группы наблюдения (табл. 4.18).

Таблица 4.18

Результаты ААГ у детей с диагнозом ушиб горла

Параметры ААГ,	Мальчики, девочки (M±s)
Вариабельность по частоте	3,66±0,34
Вариабельность по амплитуде	7,54±2,15
Нерегулярность	1,95±0,23
Шум	1,76±0,75
Огрубление	2,13±1,23

В ходе исследования у обследованных больных по данным ААГ разницы частоты основного тона по полу и возрасту выявлено не было, и она в среднем составила $290,3 \pm 26,1$. Данные результаты свидетельствуют о том, что у детей младших возрастных групп изменения были более выражены, чем у детей старшего возраста, что, вероятно, связано с морфофункциональной незрелостью нервно-мышечного аппарата гортани детей более младшего возраста.

Анализ данных ЭГГ так же выявил ряд изменений у всех 11 пациентов. Так, отмечалось значительное превышение качественных параметров ЭГГ, свидетельствующее о поражении нервно-мышечного аппарата гортани (табл. 4.19).

Электроглоттография у детей с диагнозом ушиб гортани

Коэффициент ЭГГ	
Вариабельность по частоте	26,65±3,45
Вариабельность по амплитуде	32,12±4,78
Нерегулярность	8,25±1,36
Сигнал/шум	1,01±0,23

Полученные изменения сопоставимы с таковыми при остром ларингите. Данные результаты говорят о преобладании асинхронных колебаний голосовых складок. При этом необходимо отметить, что у 3-х пациентов с нормальной эндоскопической картиной гортани изменения не были столь выраженными. Тем не менее, у них регистрировалось четкое отклонение показателей от возрастной нормы в среднем на 10–15%.

Необходимо отметить, что полученные результаты являлись показанием для госпитализации пациентов с назначением курса лечения даже при отсутствии жалоб и изменений при эндоскопическом исследовании гортани.

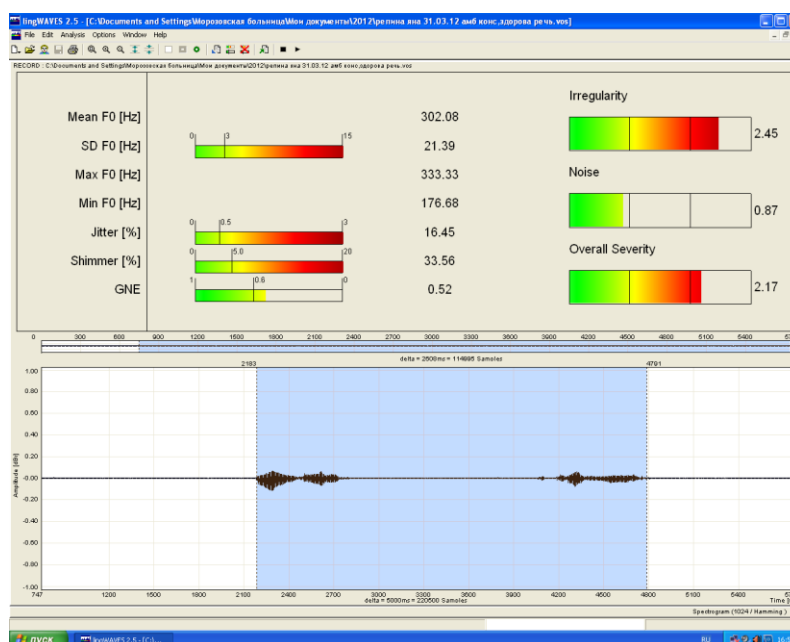
Приводим клинический пример.

Больной Ш., 12 лет, поступил в ЛОР отделение Морозовской МДГКБ в 17.00 с направляющим диагнозом ушиб горла. Из анамнеза известно, что в этот же день в районе 12:30 ребенок получил удар в области передней поверхности шеи во время драки в школе. Сознания не терял, отмечались небольшое головокружение, афония в течение 2–3 мин, после чего голос восстановился. На момент осмотра голос звонкий, ВМФ 12 с–10 с–10 с. Болезненности при повороте головы и шеи нет. Пальпация в области передней поверхности шеи безболезненная. При стандартном оториноларингологическом осмотре патологии не выявлено. Ребенку проведена диагностическая эндоскопия гортани. Эндоскопическая картина гортани соответствовала норме (рис. 4.17)



Рис. 4.17. Эндоскопическая картина гортани больного Ш. 12 лет

Ребенку были также проведены ААГ и ЭГГ (рис. 4.18). На основании полученных результатов было диагностировано отклонение от нормы, что послужило показанием для госпитализации больного с назначением курса терапии и контролем ЭГГ и ААГ.



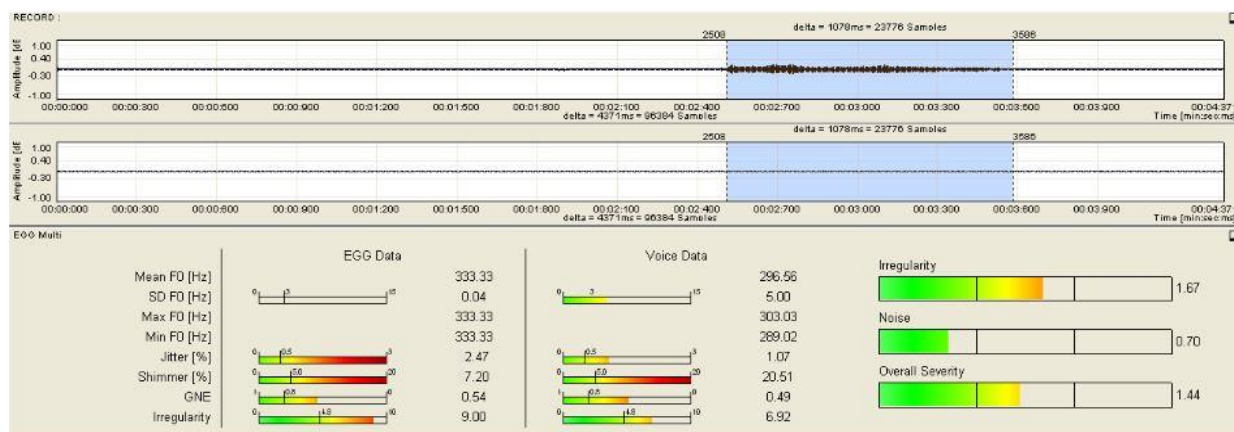


Рис. 4.18. Результаты ААГ и ЭГГ больного Ш. 12 лет

Динамика показателей акустических и электроглоттографических параметров голоса приведена в табл. 4.20.

Таблица 4.20

Динамика показателей акустических и электроглоттографических параметров голоса больного Ш. 12 лет

Параметры	Дата			
	02.02.2013	04.02.2013	06.02.2013	10.02.13
Параметры ААГ, %				
Вариабельность по частоте	16.45	10.23	5.21	2.12
Вариабельность по амплитуде	33.56	25.17	15.23	9.21
Нерегулярность	2.45	2.01	1.67	1.02
Шум	0.87	0.77	0.68	0.69
Огрубление	2.13	2.11	1.67	1.02
Параметры ЭГГ				
Коэффициент вариабельности по частоте	2.47	3.21	2.12	2.14
Коэффициент вариабельности по амплитуде	7.20	6.45	4.23	4.21
Нерегулярность	9.0	8.12	5.45	3.76
Сигнал/шум	0.54	0.56	0.45	0.49

После проведенного курса терапии результаты ААГ и ЭГГ соответствовали норме, на основании чего ребенок был выписан домой.

Резюме к главе 4

Подводя итог вышеизложенному можно сделать вывод о том, что ЭГГ позволяет не только оценивать количественные параметры голоса (пертурбация по частоте, по амплитуде), но и качественные, что является важным диагностическим критерием при постановке диагноза. Как было уже отмечено ранее, наиболее информативными являются параметры закрытой фазы гортанного цикла в виду особенностей физической основы данного метода исследования. Необходимо отметить, что данные параметры дают относительное представление о колебательном цикле голосовых складок. Однако для врача клинициста данные показатели являются весьма информативными, так как их числовые данные коррелируют со временем и степенью смыкания голосовых складок. Так, коэффициент контакта у взрослых варьирует в пределах 0,4–0,6. У детей нормативные показатели находятся в диапазоне 0,43–0,537. При этом снижение данного показателя ниже 0,3 свидетельствует об отсутствии закрытой фазы гортанного цикла и характерно для паралича голосовых складок. Нижние границы нормы данного параметра и снижение до 0,3 косвенно свидетельствуют о парезе голосовых складок. Интервал от 0,4 до 0,3 свидетельствует о гипoadдукции голосовых складок, в то время как повышение до 0,6 — о гипераддукции (табл. 4.20).

Таблица 4.20

Количественные параметры ЭГГ у детей при различных заболеваниях гортани

Параметры ЭГГ	Острый ларингит (M±s)	Хронический ларингит (M±s)	Узелки голосовых складок (M±s)	Гипотонусная дисфония (M±s)	Ушиб гортани (M±s)
Коэффициент смыкания	0,55±0,013	0,4±0,011	0,4±0,031	0,32±0,21	0,3±0,056
Открытая фаза, %	56,0±1,3	55,0±0,35	57,4±2,35	57,92±1,08	56,9±4,15
Коэффициент контакта, %	40,02±3,16	39,15±0,98	39,21±1,3	38,95±1,36	38,15±2,41

Как видно из таблицы, отмечается удлинение открытой фазы, что косвенно свидетельствует о нарушении смыкания голосовых складок результирующим укорочением закрытой фазы. Увеличение коэффициента смыкания, который зависит от общей площади соприкасаемых поверхностей, при остром ларингите косвенно свидетельствует об отеке голосовых складок. Снижение его при узелках голосовых складок говорит о резком уменьшении площади контакта вследствие наличия образований на голосовых складках, препятствующих их полному смыканию. При парезах и параличах голосовых складок данные параметры более информативны, нежели количественные, так как они более точно позволяют судить о нарушении в нервно-мышечном аппарате гортани.

Таким образом, ААГ и ЭГГ — неотъемлемые диагностические методы исследования голосовой функции при различной патологии гортани. Данные методы не заменяют диагностическую эндоскопию гортани, однако в ряде случаев они позволяют проводить диагностику на более качественном уровне.

Заключение

В настоящее время день уделяется большое внимание разработке мер по профилактике различных заболеваний в детском возрасте. В комплекс мер входит не только пересмотр стандартов медикаментозной профилактики, но также обеспечение диагностики заболеваний на качественно более высоком уровне. Это также в полной мере относится и к проблеме голосовых нарушений в детском возрасте. За последние десятилетия отмечается неуклонный рост заболеваемости детей, связанной с различными голосовыми расстройствами. Эта проблема приобретает не только медицинскую значимость, но и социальную. Нарушения голоса в значительной мере снижают качество жизни, а в детском возрасте могут затруднять социальную адаптацию ребенка в различных коллективах. Наряду с этим необходимо учитывать, что данная патология возникает в еще незавершившей свое формирование функциональной системе голосообразования, когда адаптационные возможности её ограничены. Недостаточная или несвоевременная диагностика голосовой функции у детей может стать причиной возникновения дисфонии в будущем, особенно при возрастающей нагрузке на голосовой аппарат ребенка.

На сегодняшний день все еще остается ряд неизученных вопросов касательно диагностики нарушений голоса. Непременным условием раннего выявления субклинических проявлений нарушений голосообразующей функции является комплексная количественная её оценка. Правильная интерпретация результатов объективного исследования функционального состояния голосового аппарата предполагает знание возрастных особенностей, а так же нормативных показателей голосовой функции.

Анализ литературы показал, что в процессе онтогенеза функциональная система голоса претерпевает значительные морфофункциональные изменения, неравномерно протекающие на всех её

уровнях в разные возрастные периоды. Имеющиеся в литературе данные о нарушениях голоса у детей, особенно младшего возраста, отличаются разноречивостью в силу методических особенностей выполненных исследований, своеобразия подхода при оценке полученных результатов, а в некоторых случаях — отсутствия системы комплексного обследования. Недостаточная изученность возрастной динамики голосовой функции у здоровых детей и при нарушениях голоса определили актуальность настоящего исследования.

Исследование проведено на кафедре оториноларингологии педиатрического факультета ГБОУ ВПО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России на базе ЛОР-отделения Морозовской детской городской клинической больницы. Проведено обследование 473 детей с характерными жалобами на дисфонию и без нее в возрасте 4–18 лет.

Было сформировано 5 возрастных групп в соответствии с этапами становления гортани по E. Aronson (1990) [66]. В процессе обследования пациентов проводили стандартный оториноларингологический осмотр, аудиометрию (по показаниям), слуховую оценку голоса, исследование времени максимальной фонации, эндоскопическое исследование гортани, акустический анализ голоса и электроглоттографическое исследование.

До начала проведения инструментального обследования у всех детей собирали анамнез с выявлением характерных жалоб, а также факторов, способствующих развитию заболеваний гортани. Установлено, что практически все дети с хроническим ларингитом и узелками голосовых складок в анамнезе имели частые синуситы, бронхиты, а в младших возрастных подгруппах наиболее частой патологией были заболевания лимфоэпителиального глоточного кольца. При этом в ряде случаев родители не всегда обращали внимание на нарушения голоса у детей. Особенно это касается детей младших возрастных групп, когда родители не обращали внимания на нарушения голоса, считая голос своего ребенка «нормальным».

В ряде случаев родители обращали внимание на легкую степень дисфонии у своих детей в раннем возрасте, однако после проведения стандартного осмотра врачом оториноларингологом и педиатром патологии выявлено не было.

Особый интерес представляли данные анамнеза детей с гипотонусной дисфонией. Дети или их родители отмечали эпизоды нарушения голоса, особенно в период мутации, при инфекциях верхних дыхательных путей, трахеобронхитах. Однако при обращении за медицинской помощью этот факт часто оставался незамеченным.

При анализе полученных данных ААГ в группе здоровых детей было отмечено, что в процессе роста и развития голосового аппарата претерпевали изменения и акустические параметры голоса.

У детей в возрасте до 12 лет статистически достоверной разницы параметров по полу и возрасту выявлено не было: широкий диапазон (F_{delta} — $341,6 \pm 165,1$ Гц), частота основного тона находилась в пределах 170,1–299,2 Гц, среднее значение для мальчиков и девочек — $253,8 \pm 27,1$ Гц; ВМФ — $10,5 \pm 4,2$ с. Показатели вариабельности по амплитуде и частоте в основном не превышали 2%. Отмечалось постепенное снижение значений показателей огрубления голоса. Данные изменения параметров отражают морфофункциональные изменения, происходящие в гортани ребенка. Снижение уровня асинхронных колебаний голосовых складок свидетельствует о стабилизации работы нейромышечного аппарата гортани. В данном случае закономерным является факт снижения с возрастом показателей шума и общего уровня дисфонии, так как они напрямую зависят от соотношения синхронных и асинхронных колебаний голосовых складок.

В периоде мутации и у мальчиков, и у девочек наблюдалось некоторое удлинение ВМФ, в среднем до $12,1 \pm 3,7$ с и $11,9 \pm 3,4$ с соответственно, но статистических различий по сравнению с детьми 8–12 лет не выявлено.

Кроме того, у мальчиков отмечались сужение частотного диапазона голоса и смещение его в сторону низких частот. У девочек в периоде мутации, по сравнению с детьми 8–12 лет, отмечалось расширение частотного диапазона голоса как в сторону высоких, так и в сторону низких частот. Показатели variability по амплитуде и частоте у мальчиков были значительно выше, чем у девочек и в целом значения отличались большей variability, чем таковые у детей младшего возраста. Следует отметить, что показатели огрубления голоса были ниже, чем у детей до 12 лет и их среднее значение в дальнейшем с возрастом не превышало 1%. У девочек данные значения были вдвое меньше, чем у мальчиков. Выраженность и продолжительность мутации голоса были наибольшими у мальчиков (от нескольких месяцев до 1 года) по сравнению с девочками (до 3-х мес). При прослушивании голоса у мальчиков отмечалась неустойчивая фонация, голос часто срывался с грудного звучания на фальцет или наблюдалась охриплость. При оценке голоса девочек в качестве нарушений фонации чаще определялись повышенная утомляемость голоса, недостаточная его сила и выносливость и, в ряде случаев, охриплость легкой степени. Всем пациентам в периоде мутации голоса предлагалось повторное обследование по окончании мутационного периода.

У детей в возрасте 16–18 лет существенных различий ВМФ по полу и возрасту выявлено не было. В среднем у мальчиков ВМФ составляло $16,1 \pm 3,7$ с, у девочек — $15,9 \pm 3,4$ с. ($p > 0,05$). Следует отметить, что у мальчиков в сравнении с мутационным периодом значимых изменений ЧОТ выявлено не было, и она составила $190,0 \pm 42,5$ Гц, F_{max} — $350,6 \pm 121,3$ Гц. У девочек частота основного тона составила $231,1 \pm 45,09$ Гц, F_{max} — $734,1 \pm 250,02$ Гц. Статистически достоверной разницы по полу и возрасту показателей пертурбации и огрубления голоса выявлено не было.

В целом снижение данных показателей и приближение их значений к нормативным показателям взрослых свидетельствует о завершении становления нервно-мышечного аппарата гортани.

При анализе данных ЭГГ был выявлен ряд особенностей. Во всех возрастных подгруппах у детей отмечалось незначительное преобладание фазы открытия над фазой закрытия вибрационного цикла. Статистически достоверной разницы данных показателей по полу и возрасту выявлено не было. Среднее значение коэффициента открытой фазы, характеризующего степень мышечного напряжения в области голосовой щели, у детей всех возрастных групп в среднем составило $54,8 \pm 3,3\%$. С анатомо-физиологической точки зрения это можно объяснить тем, что для координации большего количества мышц, суживающих голосовую щель, требуется большее время для осуществления афферентации и эфферентного синтеза функциональной системы. Полученное нами значение коэффициента контакта у детей всех возрастных групп совпадает с нормативными параметрами у взрослых.

Особый интерес представляет динамика коэффициентов вариабельности по частоте и амплитуде. В отличие от показателей ААГ, уровень коэффициента вариабельности по частоте практически не меняется с возрастом и в среднем выше у мальчиков, чем у девочек. В то же время уровень коэффициента вариабельности по амплитуде у детей в возрасте 4–12 лет не зависел от возраста, и у мальчиков его значение составило $11,6 \pm 3,76$. У девочек данный параметр составлял $9,62 \pm 3,21$. В дальнейшем с возрастом отмечался рост коэффициента вариабельности по амплитуде, и его значение увеличилось вдвое в группе у мальчиков 16–18 лет по сравнению с детьми в возрасте 12 лет, в то время как у девочек данный параметр увеличился не более чем на 35–40%.

При анализе показателя аperiodичности колебания у детей всех возрастных групп было также выявлен ряд особенностей. Данный параметр

не зависел от пола; его уровень был минимальным у детей 4-х лет, далее с возрастом отмечался рост, при этом своего максимального уровня данный параметр достигал в возрасте 12–16 лет, затем отмечалось снижение.

Динамика полученных данных расходится с таковой при ААГ. Учитывая, что ЭГГ непосредственно отражает нейромышечную проводимость гортанного аппарата, регистрируя электрические потенциалы в области голосовых складок, мы считаем, что данный метод более чувствителен в отношении работы мышц гортани, непосредственно управляющих голосовыми складками.

Таким образом, основываясь на данных ЭГГ можно заключить, что наибольшие изменения проводимости в гортанном аппарате возникают в период мутации. Именно в этот период нейромышечный аппарат гортани претерпевает наибольшие изменения.

Обсуждая клинические проявления нарушений голоса в детском и подростковом возрасте по данным обследования 79 детей, мы можем отметить у них ряд особенностей в течении заболеваний, которые демонстрируют важность выявления ранних проявлений голосовой дисфункции, позволяющих своевременно определить оптимальную лечебную тактику в каждом конкретном случае у этих больных до того, как в центральных отделах функциональной системы сформируется устойчивый динамический стереотип патологического процесса. В частности, отмечено частое малосимптомное течение дисфоний в детском возрасте, иногда — несоответствие степени дисфонии объективной ларингологической картине. Так, в ходе нашего исследования у 18 детей патология гортани явилась случайной находкой в ходе проведения инструментального обследования. Необходимо отметить, что у данных детей отсутствовали какие-либо жалобы со стороны голосообразующего аппарата.

У детей младшего возраста наиболее частое заболевание, вызывающее дисфонию, — узелки голосовых складок. В старших возрастных подгруппах преобладают хронические ларингиты и функциональные нарушения голоса, хотя последние встречаются и у детей младшего возраста в связи с перенапряжением голоса и большим количеством невротических состояний. Тот факт, что зачастую воспалительные изменения в гортани возникают на фоне течения инфекционных процессов в верхних дыхательных путях, а также в носоглотке, своевременная и адекватная терапия данных заболеваний приводит к нормализации голоса или значительно облегчает лечение и реабилитацию.

При воспалительных заболеваниях выявлялись разнообразные изменения параметров, свидетельствующих о разной степени выраженности воспалительного процесса в гортани. В ходе анализа показателей ААГ при различной патологии гортани было установлено, что параметры не зависели от пола и возраста. Наибольшее повышение значений акустических параметров регистрировалось при хронических ларингитах, а также при узелках голосовых складок. При гипотонусной дисфонии повышение показателей было достоверно ниже, чем при других воспалительных заболеваниях гортани.

Укорочения ВМФ и изменения ЧОТ также не зависели от пола и возраста, и их наибольшие отклонения от нормы регистрировались при острых ларингитах. При хронических ларингитах изменения были несколько менее выражены, что, возможно, свидетельствовало о включении компенсаторных механизмов.

Особый интерес представляли данные ЭГГ при патологии гортани. Сравнительный анализ уровня изменений показателей при хронических ларингитах и узелках голосовых складок по сравнению с острым ларингитом показал, что при хроническом воспалении происходят более глубокие изменения в нервно-мышечном аппарате гортани, чем при остром. При этом

уровень значений параметров при гипотонусной дисфонии практически не отличался от нормы. Данный факт свидетельствует об отсутствии поражения нервномышечного аппарата гортани, что является характерным для функциональной дисфонии. При трактовке данных ЭГГ наряду с анализом качественных параметров отдельный интерес представляют результаты количественных параметров. С этой точки зрения ЭГГ становится незаменимым методом диагностики, поскольку его результаты дают косвенное представление о степени смыкания голосовых складок. Так, в ходе исследования было установлено, что максимальное преобладание фазы открытия регистрировалось при узелках голосовых складок и гипотонусной дисфонии, в то время как коэффициент контакта был заметно ниже, чем при других заболеваниях гортани. Более высокий уровень коэффициентов смыкания и контакта при острых ларингитах свидетельствует о меньшей степени повреждения нервномышечного аппарата гортани.

Объективные методы диагностики голосовой функции у детей приобретают особую значимость при дифференциальной диагностике различной патологии гортани, в частности, в тех случаях, когда данные диагностической эндоскопии гортани расходятся с жалобами пациента или предполагаемым диагнозом. В нашем исследовании у 3-х детей из 11 поступивших с направляющим диагнозом «ушиб горла» не было выявлено изменений при стандартном оториноларингологическом осмотре и диагностической эндоскопии гортани. При этом изменения по данным ААГ и ЭГГ служили показанием к госпитализации детей и назначению полного курса лечения.

Динамика показателей данных методов исследования явилась критерием оценки эффективности проводимого нами лечения различных заболеваний гортани. При этом изменения по данным диагностической эндоскопии гортани совпадали с изменениями показателей ААГ и ЭГГ, что

свидетельствовало об объективности данных методов в оценке качества проводимого лечения.

Таким образом, комплексное изучение голосовой функции у детей с дисфонией с учетом возрастных особенностей позволяет повысить разрешающую способность применяемых методов исследования, улучшить диагностику, установить уровень поражения функциональной системы и определить на основании этого выбор оптимальной лечебной тактики в каждом отдельном случае.

Выводы

1. Установлены нормативные показатели электроглоттографии у детей разных возрастных групп. Статистически достоверной разницы показателей ЭГГ по гендерному и возрастному принципу выявлено не было. Наибольшую информативность о характере смыкания голосовых складок дает коэффициент закрытой фазы, среднее значение которого в течение жизни постоянно и совпадает с нормативными показателями у взрослых.

Установлены нормативные показатели акустического анализа голоса у детей разных возрастных групп. Выявлена статистически достоверная разница показателей ААГ у детей в возрасте до 12 лет, когда значение данных показателей выше на 15% по сравнению с детьми старших возрастных групп.

2. Дисфония, возникающая при заболеваниях голосового аппарата у детей разных возрастных групп, сопровождается изменением всех показателей ААГ и ЭГГ независимо зависимости от пола и возраста.

3. Показатели ААГ и ЭГГ достоверны и могут быть использованы как критерии экспресс-диагностики расстройств голосового аппарата и оценки проводимого лечения у детей с дисфонией различного генеза независимо от пола и возраста. Эти методы не взаимозаменяемы, и полную оценку дает их комплексное использование.

Практические рекомендации

1. Для оценки функционального состояния голосового аппарата необходима возрастная коррекция результатов комплексного исследования, которая значительно повышает достоверность результатов методов исследования, улучшает диагностику дисфонии и облегчает выбор адекватных и оптимальных методов реабилитации голоса у детей.

2. Методы исследования голосовой функции требуют учета особенностей их применения в детском возрасте как по методике, так и по оценке результатов. В частности, рекомендуется соблюдения ряда правил при проведении ААГ и ЭГГ.

3. При недостаточной клинической симптоматике дисфонии в детском возрасте рекомендуется проводить комплексное обследование с применением объективных неинвазивных методов диагностики голосовой функции.

4. Для наиболее полной и точной диагностики методы ларингоскопии, акустического анализа голоса и электроглоттографического исследования следует использовать в комплексе.

5. Комплексное обследование целесообразно проводить не только для постановки правильного диагноза, но и в процессе лечения и реабилитации голосовой функции с целью своевременной коррекции терапии, что повышает эффективность лечения и сокращает его сроки.

Список литературы

1. Агафонова Т.Д. Состояние психоэмоционального статуса при функциональных нарушениях голоса и корригирующая терапия / Т.Д. Агафонова, Г.Ф. Иванченко, О.С. Орлова. — Пособие для врачей. — М., 2002. — 14 с.
2. Алмазов Е.И. О возрастных особенностях голоса у дошкольников, школьников и молодежи // В кн.: «Развитие детского голоса» / Под ред. В.Н. Шацкой. — М., 1961. — С. 3–18.
3. Аникеева З.И. Пути совершенствования отоларингологической службы в амбулаторно-поликлинических условиях в рамках обязательного медицинского страхования // III Росс. науч.-практ. конф. оторинолар. «Наука и практика в оториноларингологии» — Тезисы доклада. — М., 2004. — С. 19–21.
4. Антонив В.Ф., Телелева Л.М., Нарушения голоса и его реабилитация у лиц с опухолевидными образованиями голосовых складок: Учебное пособие. — М.: РУДН, 1995. — 47 с.
5. Астахова Е.С. Роль эндоскопии в диагностике и лечении голосовых нарушений у детей. — Дисс. канд. мед. наук. — М., 2004. — 129 с.
6. Бачерикова Е.А. Клиника и лечение нарушений голоса при хронических неспецифических заболеваниях легких. — Автореф. дис. ... канд. мед. наук. — М., 1997. — 20 с.
7. Богомильский М.Р., Гаращенко Т.И. Терапия воспалительных заболеваний ЛОР органов комплексными гомеопатическими препаратами // Проблема реабилитации в оториноларингологии: сб. тр. Всеросс. конф. с междунар. участием и семинара «Актуальные вопросы фониатрии». — Самара, 2003. — С. 504–508.
8. Богомильский М.Р., Орлова О.С. Анатомия, физиология и патология органов слуха и речи. — М.: Авторская академия, 2008. — 399 с.

9. Богомильский М.Р., Радциг Е.Ю. Ларингит у детей: особенности течения и лечения. // Вестник оториноларинголог. — 2009. — №1. — С. 45–49.
10. Богомильский М.Р., Чистякова В.Р. Детская оториноларингология: Учебник. — М.: Гэотар-Медиа, 2002. — 431 с.
11. Василенко Ю.С. Голос. Фониатрические аспекты. — М., 2002. — 481 с.
12. Василенко Ю.С. Профессиональные нарушения голоса у лиц речевых профессий, их лечение, профилактика. — Дисс. ... докт. мед. наук. — М., 1974. — 325 с.
13. Василенко Ю.С., Орлова О.С. Тезисы доклада на 23-й Конгресс Международной Ассоциации логопедов и фониатров в Каире // Новости оториноларингологии и логопатологии. — 1996. — №1. — С. 95–97.
14. Вильсон Д.К. Нарушения голоса у детей. — М.: Медицина, 1990. — 354 с.
15. Владимирова Т.Ю. Значение показателя качества жизни в прогнозировании эффективности реабилитации при вестибулярной дисфункции // Рос. оториноларинголог. — 2010. — №2. — С. 16–20.
16. Вовк О.Н., Павлова Л.Н., Теречева М.Н., Черемных Н.И. Учебно-методическое пособие по применению логотерапевтического компьютерного комплекса для коррекции речи методом биологической обратной связи. — 2008. — 50 с.
17. Волков А.Г., Трофименко С.Л. Клинические проявления вторичного иммунодефицита при заболеваниях ЛОР органов. — М.: Джангар, 2007. — 176 с.
18. Вязьменов Э.О. Нарушение голоса у детей грудного и раннего возраста. — Автореф. дисс. канд. мед. наук. — М., 2010. — 25 с.
19. Гаращенко Т.И., Кручинина И.Л. Эндоскопия в диагностике папилломатоза верхних дыхательных путей и пищевода // Тезисы доклада на Съезд хирургов Дагестана. — Махачкала, 1987.

- 20.Гарашенко Т.И., Богомильский М.Р. Диагностическая оперативная эндоскопия гортани и нижних дыхательных путей у детей // Современные методы диагностики и лечения заболеваний гортани: Респ. сборник трудов МНИИ уха, горла и носа. — Вып. 34. — М.,1988. — С. 17.
- 21.Гарашенко Т.И., Радциг Е.Ю., Астахова Е.С. Наш опыт лечения функциональных дисфонии у детей // Рос. оториноларингология. — 2002. — №1. — С .25–26.
- 22.Гарашенко Т.И., Астахова Е.С., Радциг Е.Ю. Роль эндоскопии в диагностике заболеваний гортани у детей // Российская оториноларингология. — 2002. — №1 (приложение).
- 23.Гарашенко Т.И., Богомильский М.Р. Эндоскопия верхних дыхательных путей в диагностике дыхательных расстройств у новорожденных и детей раннего возраста // Тезисы доклада на Всесоюзную конференцию по эндоскопии в педиатрии. — Горький, 1990.
- 24.Гарашенко Т.И., Ильенко Л.И., Гарашенко М.В. Элиминационная терапия слизистых оболочек верхних дыхательных путей в профилактике гриппа и ОРВИ // Росс. оториноларингология. — 2003. — №3(6). — С. 195–198.
- 25.Гарашенко Т.И. Эндоскопическая диагностика верхних и нижних дыхательных путей, пищевода у детей // Основы пропедевтики в детской оториноларингологии: Учебно-методическое пособие для студентов. — М., 1996.
- 26.Грачева М.С. Морфология и функциональное значение нервного аппарата гортани. — М., 1956. — 164 с.
- 27.Гехт Б.М. Теоретическая и клиническая миография. — Ленинград, 1990. — 229 с.
- 28.Грачева М.С. Материалы о возрастных особенностях морфологии и иннервации гортани и мягкого неба // В кн.: Развитие детского голоса. — М., 1963. — С. 28–42.

29. Демченко Е.В. Клиника и лечение рецидивирующих нарушений голоса. — Автореф. дис. ... канд. мед. наук. — М., 1988. — 20 с.
30. Дмитриев Л.Б., Телелева Л.М., Таптапова С.Л., Ермакова И.И. Фониатрия и фонопедия. — М., 1990. — 272 с.
31. Доросинская А.В. Предупреждение голосовых нарушений у детей с расщелинами нёба // Межрегион. науч.-практ. конф. «Семья-94 в системе реабилитационных центров», 27–29 сентября 1994 г. — Тез. докл. — Екатеринбург, 1994. — С. 67–68.
32. Дмитриев Л.Б., Отряшенков Ю.М., Хромов Л.Н., Чаплин В.Л. Исследование работы голосовой щели при помощи электронного глоттографа (аппарата Ф. Фабра) // В кн.: Труды Государственного музыкально-педагогического института им. Гнесиных. — Вып. IX. — М., 1970. — С. 64–80.
33. Загретдинова Г.Р., Байбазарова Ф.М., Ахметова В.М. Опыт использования метода биологической обратной связи в коррекции речевых нарушений // Здоровоохранение Башкортостана. — 2004. — №5. — С. 49–50.
34. Иванченко Г.Ф. Функциональная микрохирургия у больных с нарушением голоса при параличах и рубцовых деформациях гортани. — Автореф. дисс. докт. мед. наук. — М., 1992. — 24 с.
35. Иванченко Г.Ф. Применение видеоларингоскопии и видеоларингостробоскопии в фониатрической практике // Вестник оторинолар. — 1991. — №3. — С. 38–41.
36. Карпова О.Ю. Нарушение голоса — симптом не только заболеваний гортани // РМЖ. — 1999. — Том 7. — №9. — С. 11–13.
37. Коротченко В.В. Акустический анализ голоса у детей в норме и при заболеваниях гортани. — Дисс. канд. мед. Наук. — Ярославль, 2012.
38. Лаврова Е.В. Логопедия. Основы фонопедии. — М., 2007. — 249 с.

39. Лепехина Т.В. Оценка функционального состояния голосового аппарата у детей и подростков в норме и при нарушениях голоса. — Дисс. канд. мед. наук. — М., 1993.
40. Лебедева Н.Ф. Методические указания по охране детского голоса. — Л., 1968. — 16 с.
41. Нефедьев Ф.С. Методика объективной оценки голосовой функции: предварительное исследование // Российская оториноларингология. — 2005. — №1. — С. 94–96.
42. О месте иммунокоррекции в программе комплексной реабилитации детей с нарушениями голоса / Ю.Е. Степанова, Е.Е. Корень, Л.Л. Клячко и др. — Мат. XVII съезда оториноларингологов России. — СПб.: РИА-АМИ, 2006. — С. 487–488.
43. Орлова Н.Д. О детском голосе. — М., 1966. — 56 с.
44. Орлова О.С. Нарушение голоса. — М., 2008. — 221 с.
45. Орлова О.С. Детский голос в норме и при патологии: Пособие для врачей. — М., 2002. — 24 с.
46. Осипенко Е.В., Державина Н.А., Герасименко М.Ю. Комплексное лечение хронического тонзиллита у профессионалов голоса // Мат. конф. «Приоритетные вопросы оториноларингологии». — Новокузнецк, 2008. — С. 73.
47. Покотиленко Е.А. Ранняя диагностика и патогенетическое лечение функциональных нарушений голоса. — Автореф. дис. ... канд. мед. наук. — Киев, 1988. — 21 с.
48. Радциг Е.Ю., Богомильский М.Р. Возможности консервативной терапии нарушений голоса у детей // Вестник оториноларингологии. — 2007. — №5. — С. 35–37.
49. Радциг Е.Ю. Нарушение голоса у детей и подростков: этиология, клиника, диагностика и лечение. — Дисс. докт. мед. наук. — М., 2006. — 174 с.

50. Радциг Е.Ю. Нарушения голоса у детей и подростков и их лечение гомеопатическим препаратом Гомеовокс // Педиатрия. — 2009. — Том 88. — №6. — С. 130–136.
51. Рудин Л.Б. Влияние хронического тонзиллита на функциональное состояние голосовых складок и его значение для возникновения дисфоний // II Конгресс Рос. общественной академии голоса «Голос: междисциплинарные проблемы. Теория и практика»: Сб. науч. тр. — М.: Граница, 2009. — С. 124–127.
52. Руководство по оториноларингологии / под ред. И.Б. Солдатова. — М.: Медицина, 1994. — 608 с.
53. Рудин Л.Б. Основы голосоведения. — М.: Граница, 2009. — 104 с.
54. Степанова Ю.С. Диагностические возможности не прямой видеоларингоскопии у детей // Актуальные проблемы фониатрии: Тез. докл. — Москва, 1996. — С. 15–16.
55. Солдатский Ю.Л. Хронические стенозы гортанной части глотки, гортани и шейного отдела трахеи у детей (этиология, клиника и методы устранения). — Автореф. дисс. докт. мед. наук. — М., 2002. — 44 с.
56. Степанова Ю.Е. Современная диагностика нарушений голоса у детей // Вестник оториноларингологии. — 2000. — №3. — С. 47–49.
57. Степанова Ю.Е. Современные аспекты нарушений голоса у детей // Сборник тез. научн.-практ. конференции, посвященной 30-летию Омского городского фониатрического центра. — Омск, 2006. — С. 87–89.
58. Степанова Ю.Е. Этиологические, патогенетические и клинические основы нарушений голоса у детей. — Автореф. дисс. докт. мед. наук. — СПб., 2005. — 39 с.
59. Солдатский Ю.Л., Сорокина В.А., Онуфриева Е.К. и др. Структура охриплости в детском возрасте // Вестник отоларингологии. — 2010. — №2. — С. 12–14.

- 60.Судаков К.В. Информационный принцип в физиологии: анализ с позиций общей теории функциональных систем // Усп. физиол. наук. — 1995. — Т. 26. — №4. — С. 3.
- 61.Султонова К.Б. Особенности голосообразующего аппарата и его заболевания в препубертатном и пубертатном периодах. — Дисс. канд. мед. наук. — М., 2012.
- 62.Телелева Л.М., Крушевская И.И. Заболевания голосового аппарата у детей и подростков (лечение, профилактика). — М., 1988. — 20 с.
- 63.Шиленкова В.В., Коротченко В.В. Акустический анализ голоса у поющих детей // Вестник оториноларингологии. — 2010. — №1. — С. 46–51.
- 64.Шустер М.А. Заболевания гортани у детей. — М., 1982. — С. 72–79.
- 65.Aronson A.E., Bless D.M. Clinical voice disorders. — 4thed. — NewYork: Thieme, 2009. — 301 p.
- 66.Aronson A.E., Bless D.M. Clinical voice disorders. — 2thed. — NewYork: Thieme, 1990. — 87 p.
- 67.Aronson A.E. Psychogenic Voice Disorders: An Interdisciplinare Approach to Detection, Diagnosis and Therapy. — Philadelphia: Saunders, 1973. — 69 p.
- 68.Baker B.M., Blackwell P.B. Identification and remediation of pediatric fluency and voice disorders // Journal of Pediatric Health Care. — 2004. — Vol. 18(2). — P. 87–94.
- 69.Boltezar I.H., Burger Z.R., Zargi M. Instability of voice in adolescence: pathologic condition or normal developmental variation? // J. Pediatr. — 1997. — Vol. 130(2). — P. 185–190.
- 70.Broomfield J., Dodd B. The nature of referred subtypes of primary speech disability // Child Language Teaching & Therapy. — 2004. — Vol. 20(2). — P. 135–128.
- 71.Carding P. Voice pathology in the United Kingdom // BMJ. — 2003. — Vol. 327(7414). — P. 514–515.

72. Clinical Characteristics and voice analysis of patients with mutational dysphonia: clinical significance of diplophonia and closed quotients / J.Y. Lim, S.E. Lim, S.H. Choi et al. // *Journal of Voice*. — 2007. — Vol. 21. — P. 12.
73. Computer-assisted voice analysis: establishing a pediatric database / P. Campisi, T.L. Temfik, J.J. Manoukian et al. // *Arch. Otolaryngol. Head. Neck. Surg.* — 2002. — Vol. 128. — №2. — P. 156–160.
74. Damste P.H. Disorders of voice // *Scott Brown's Otolaryngology*. — 6-th ed. — *Laryngology and Head and Neck Surgery*. — Oxford: Butterworth-Heinemann, 1997. — Vol. 5. — Ch. 6. — P. 5/6/1–5/6/25.
75. Epidemiology and prognosis of specific disorders of language and scholastic skills / D. Weindrich, C. Jennen-Steinmetz, P. Laucht et al. // *European child & adolescent psychiatry*. — 2000. — Vol. 9(3). — P. 186–135.
76. Estella P.-M. Ma Edwin M.-L. *Handbook of voice assessments*. — Singular Publishing Group, Inc. San Diego California, 2002. — P. 235–356.
77. Faust R.A. Childhood voice disorders: Ambulatory evaluation and operative diagnosis // *Clinical Pediatrics*. — 2003. — Vol. 42. — P. 1–9.
78. Functional dysphonia / J.A. Wilson, I.J. Deary, S. Scott et al. // *BMJ*. — 1995. — Vol. 311(7012). — P. 1039–29.
79. Hedge M.N. *A course book on Language Disorders in children*. — London: San Diego-Singular Publishing Group Inc. — 1996. — 233 p.
80. Hacki T., Pracy R. Development of the child's voice: premutation, mutation // *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*. — 1999. — Vol. 49(1). — P. 141–144.
81. Haynes W. Pindzola R. *Diagnosis and Evaluation in Speech Pathology*. — 6th Ed. — Boston, MA: Pearson. — 2004. — 378 p.
82. Hooper C.R. Treatment of voice disorders in children // *Language, Speech, & Hearing Services in Schools*. — 2004. — Vol. 35(4). — P. 320–298.

- 83.Kitzing P. Giottography, the electrophysiological investigation on phonatory biomechanics // *Acta Oto-Rhinolaryngologica*, Belgloa. — 1986. — Vol. 40. — №6. — P. 863–78.
- 84.Levitsky S.E. Hoarseness / In: *Primary pediatric care*. — 4th ed // R.A. Hoekelman (Ed). — St. Louis: Mosby,2001. — 1025 p.
- 85.McKinnon D.H., McLeod S., Reilly S The prevalence of stuttering, voice, and speech-sound disorders in primary school students in Australia // *Language, Speech, and Hearing Services in Schools*. — 2007. — Vol. 38. — P. 5–15.
- 86.McMurray J.S. Disorders of phonation in children // *Pediatric Clinics of North America*. — 2003. — Vol. 50(2). — P. 290–320.
- 87.Moya L. *Manual of voice treatment*. — Singular Publishing Group, Inc. San Diego Calofronia, 2006. — P. 345–398.
- 88.Pedersen M. Vocal folds nodules: a model for a prospectiveblinded randomized study with control groups and adequate follow-up // *8th international congress of pediatric otorhinolaryngology*. — Oxford, 2002. — P. 198.
- 89.Predicting Mutational Change in the Speaking Voice of Boys / M. Fuchs, M. Froehlich, B. Hentschel et al. // *J. Voice*. — 2007. — Vol. 21(2). — P. 169–178.
- 90.Paul R. *Language disorders from infancy through adolescence*. — St. Louis: Mosby, 1995.
- 91.Screening for speech and language delay in preschool children: Systematic evidence review for the US Preventative Services Task Force / H.D. Nelson, P. Nygren, M. Walker et al. // *Pediatrics*. — 2006. — Vol. 117. — P. 298–319.
- 92.Shriberg L.D., Austin D Co-morbidity of speech-language disorder: Implications for a phenotype marker of speech delay // In R. Paul (Ed.): *The speech-language connection*. — Baltimore, MD: Paul H. Brookes, 1998. — P. 73–117.

93. Shriberg L.D., Tomblin B.J., McSweeney J.L. Prevalence of speech delay in 6-year-old children and comorbidity with language impairment // *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*. — 1999. — Vol. 42(6). — P. 1461–1481.
94. *Speech and language impairments in children: Causes, characteristics, intervention and outcome* / D.V.M. Bishop, L.B. Leonard (Eds.). — New York, NY: Psychology Press, 2000. — 563 p.
95. Stemple J.C., Glaze L.E., Klaben B.G. *Clinical Voice Pathology: Theory and Management*. — 3rd Ed. — Clifton Park, NY: Delmar Cengage Learning, 2000. — 342 p.
96. The acoustic analysis of mutational «falsetto» / L. Chuang, E. Bi, Y. Hou et al. // *Journal of clinical otorhinolaryngology*. — 2003. — Vol. 17(6). — P. 332–335.
97. The dysphonia severity index: an objective measure of vocal quality based on a multiparameter approach / F.L. Wuyts, M.S. De Bodt, G. Molenberghs et al. // *Speech Lang Hear Res*. — 2000. — Vol. 43(3). — P. 796–809.
98. The prevalence of laryngeal pathology in a treatment-seeking population with dysphonia / E. Van Houtte, K. Van Lierde, E. D'Haeseleer et al. // *Laryngoscope*. — 2010. — Vol. 120(2). — P. 306–12.
99. Toward diagnostic and phenotype markers for genetically transmitted speech delay / L.D. Shriberg, B.A. Lewis, J.B. Tomblin et al. // *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*. — 2005. — Vol. 48(4). — P. 834–852.
100. Ullis J.M., Yanagisawa E. What's new in differential diagnosis and treatment of hoarseness? // *Curr. Opin. Otolaryngol. Head Neck Surg*. — 2009. — Vol. 17(3). — P. 209–215.
101. *Voice disorders in children* / Hirschberg J., Dejonckere P.H., Hirano M. et al. // *Int. J. of Pediatric Otorhinolaryngol.* — 1995. — Vol 32. — P. 109–125.

102. Wake M., Reilly S. Now we're talking... but who are we talking about? // *Journal of Paediatrics and Child Health*. — 2001. — Vol. 37(5). — P. 421–422.
103. Wohl D.L. Nonsurgical management of pediatric vocal fold nodules // *Arch. Otolaryngol. Head Neck Surg*. — 2005. — Vol. 131. — P. 68.
104. World Health Organization (1994). — *International Classification of Diseases (ICD-10)*. <http://www.who.int/classifications/icd/en/>.
105. World Health Organization. — *Family of International Classifications (2011)*. <http://www.who.int/patientsafety/taxonomy/WHOFICFamily.pdf>.
106. Young adult academic outcomes in a longitudinal sample of speech/language impaired and control children / Young A., Beitchman J.H., Johnson et al. // *Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines*. — 2002. — Vol. 43(5). — P. 635–645.
107. Yoshida Y., Hirano M., Yosnida T., Tateishi O. Videostroboscopic registration of the vocal cords vibration // *J. Laryng. Otol*. — 1985. — 9. — №.8. — P. 795–800.
108. Zhang X., Tomblin J.B. The association of intervention receipt with speech-language profiles and social-demographic variables // *American Journal of Speech-Language Pathology*. — 2000. — Vol. 9. — P. 345–357.
109. Zhang Z., Neubauer J., Berry D.A. Aerodynamically and acoustically-driven modes of vibration in a physical model of the vocal folds // *J. Acoust. Soc. Am*. — 2006 — Vol. 10. — P. 56–57.
110. Zhang Z., Neubauer J. On the Acoustical relevance of supraglottal flow structures to low-frequency voice production / University of California, LA // *Journal Acoustical Voice Society*. — 128(6). — 2010.