

*На правах рукописи*

**Дегтярева Дарья Витальевна**

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

14.01.03 — болезни уха, горла, носа

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

Москва–2014

Работа выполнена в ГБОУ ВПО «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации

**Научный руководитель:**

доктор медицинских наук, профессор

**Радциг Елена Юрьевна**

**Официальные оппоненты:**

доктор медицинских наук,  
руководитель отдела ЛОР-патологии  
детского возраста  
ГБУЗ МНПЦО ДЗ г. Москвы

**Ивойлов Алексей Юрьевич**

доктор медицинских наук, профессор,  
заведующий кафедрой ЛОР-болезней  
ГБОУ ВПО МГМСУ Минздрава России

**Вишняков Виктор Владимирович**

**Ведущая организация:** ФГБОУ ВПО «Российский университет дружбы народов» Министерства образования и науки Российской Федерации

Защита состоится «\_\_\_»\_\_\_\_\_2014 г. в \_\_\_ часов на заседании диссертационного совета Д 208.059.01 при ФГБУ «Научно-клинический центр оториноларингологии ФМБА России» по адресу: 123182 г. Москва, Волоколамское шоссе 30/6, конференц-зал

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБУ «Научно-клинический центр оториноларингологии ФМБА России» по адресу: 123182 г. Москва, Волоколамское шоссе 30/6.

Автореферат разослан «\_\_\_»\_\_\_\_\_2014 г.

Ученый секретарь диссертационного совета  
кандидат мед. наук:

**Наумова И.В.**

## Общая характеристика работы

### Актуальность проблемы

Голос — индивидуальная особенность человека, средство межличностного общения. Проблема его диагностики, лечения и гигиены особенно значима в процессе социальной адаптации, развития и становления личности. 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 (Радциг Е.Ю., 2003, 2005; Степанова Ю.Е., 2008). 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.

Дисфония не сопровождается резким повышением температуры тела и болью в горле (за исключением ситуаций, когда она входит в симптомокомплекс острых воспалительных заболеваний гортани), что снижает мотивацию обращения за помощью к специалисту. 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. Нарушения голоса снижают качество жизни пациентов, напрямую влияя на социальную и коммуникативную сферу их жизни. Для ребенка в процессе роста и развития крайне важно взаимодействовать с окружающим миром, а ведущим способом с определенного этапа является общение, основанное на речевых навыках.

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 при проведении дифференциальной диагностики. Высказываются различные взгляды на тактику ведения таких пациентов. Особую значимость в педиатрической практике приобретают объективные неинвазивные методы исследования голосовой функции.

Объективная оценка нарушений голосовой функции с учетом её особенностей в разных периодах детства, а также изменение этих данных в динамике позволяет 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 (ААГ) и электроглоттография (ЭГГ) дает возможность выявлять даже незначительные изменения, которые невозможно интерпретировать без учета возрастной нормы.

На сегодняшний день в литературе отсутствуют нормативные данные показателей 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.

**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 клинко-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.

## **Содержание работы**

### **Клинический материал и методы исследования**

В исследование вошло 473 ребенка в возрасте 4–18 лет. Дети были разделены на 2 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, соматических заболеваний.

Критериями включения детей в данную группу явились:

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

Все дети I группы были разделены на **подгруппы** в соответствии с возрастной периодизацией E. Aronson (1990) (таблица 1).

**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.

**Таблица 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

Используемые в работе методы исследования подразделены на **клинические** (сбор анамнеза, общий осмотр врача оториноларинголога) и **клинико-инструментальные** (оптическая эндоскопия гортани, эндовидеоларингостробоскопия, ААГ и ЭГГ).

Особое внимание при сборе анамнеза обращали на наличие (отсутствие) различных (единичных, кратковременных) эпизодов нарушения голосообразования, ложных крупов, аллергических заболеваний. Оценивали заболеваемость простудными заболеваниями.

Диагностическую эндоскопию 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. 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, вестибулярные складки и их участие в фонации.

Акустический анализ голоса проводили с использованием программы lingWAVES Voice Diagnostic Center (VDC) Set, Forchheim Germany. Голос записывали при помощи измерителя шума Sound Level Meter («АТМОС», Германия), имеющего встроенный микрофон и позволяющего регистрировать уровень шумовых эффектов в помещении. Для успешного проведения исследования испытуемому заранее объясняли ход процедуры. Очень важно было подчеркнуть при беседе с пациентом или его родителями, что это неинвазивный метод, необходимый для диагностики и контроля лечения заболевания. Если в кабинете присутствовали родители, то сначала ААГ проводили им, а уже потом ребенку. Микрофон располагали на расстоянии 30 см от испытуемого, после чего просили, чтобы он «потянул» на выдохе звук «а» в течение 5 с без прерывания в удобной для него тональности, не напрягая голосовой аппарат. В конце исследования пациенту предлагали 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, просили продекларировать любое стихотворение.

В ходе ААГ определяли следующие параметры: вариабельность по частоте (Jitter), вариабельность по амплитуде (Simmer), ЧОТ, ВМФ, коэффициент соотношения сигнал/шум (signal-to-noise-ratios), нерегулярность (Irregularity), шум (Noise), огрубление (Overall Severity).

ЭГГ проводили при помощи аппарата Laryngograph EGG-A100. Перед проведением исследования проводили обезжиривание электродов, а также обрабатывали 0,9% физиологическим раствором переднюю поверхность шеи. Поместив два электрода на шею в области щитовидного хряща, пациента просили произнести звук «а» в удобной для него тональности в течение трех секунд. На компьютере регистрировались Lx-волна, а также следующие электроглоттографические параметры: коэффициент закрытия (QC), коэффициент контакта (CQ), коэффициент открытой фазы (OQ), коэффициент открытия. Вышеперечисленные показатели регистрируются автоматически и являются производным Lx-волны. Также регистрировалась речевая волна (Sp), при цифровой обработке которой получали ряд дополнительных параметров: вариабельность по частоте (коэффициент), ЧОТ, вариабельность по амплитуде (коэффициент), GNE, коэффициент аперичности. Данные параметры по своей физической основе являются полными аналогами таковых акустического анализа голоса.

Статистическую обработку результатов исследования проводили на IBM PC совместимом компьютере с помощью программ STATISTICA (Data analysis software system, StatSoft, Inc. 2007), версия 8.0. При сравнении исследуемых групп достоверными считались различия, если полученное значение  $p$  для сравниваемого критерия было ниже критического уровня значимости  $\alpha=0,05$ .

### **Результаты исследования и их обсуждение**

Одним из основных результатов работы явилось определение нормативных показателей ААГ у здоровых детей в возрасте 4–18 лет. Было установлено, что у детей домутационного периода показатель вариабельности по частоте не зависит от пола и возраста и в среднем не превышает 2%. Однако у 60 (20%) детей данный показатель варьировал в пределах 2–3%. Показатель вариабельности по амплитуде достоверно выше у детей 9–12 лет по сравнению с детьми младшей возрастной группы (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 отмечено снижение значений данных параметров с возрастом, при этом по полу внутри подгрупп значимой разницы выявлено не было.

При анализе показателей ААГ у детей и подростков мутационного периода были выявлены следующие особенности. Показатели ЧОТ как у мальчиков, так и у девочек снижались в сторону низких частот, составляя  $195,0 \pm 32,5$  Гц у мальчиков и  $242,1 \pm 15,09$  Гц у девочек ( $p < 0,05$ ). ВМФ у мальчиков составил  $16,1 \pm 3,7$  с, у девочек —  $15,9 \pm 3,4$  с ( $p < 0,05$ ). При анализе показателя variability по частоте были выявлены существенные различия между мальчиками и девочками внутри подгруппы: у мальчиков —  $4,6 \pm 0,46\%$ , у девочек —  $2,21 \pm 0,35\%$ . У мальчиков средний уровень variability по амплитуде составил  $13,5 \pm 3,12\%$ , у девочек среднее значение было вдвое меньше —  $6,8 \pm 2,45\%$ . 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 —  $0,6 \pm 0,19\%$ . 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% (табл. 2).

**Таблица 2. Нормативные показатели ААГ у детей в возрасте 4–18 лет**

Подгруппа	Возраст/ средний возраст	Число детей (n)	Вари- бельность частоты, % (M±s)	Вари- бельность амплитуды, % (M±s)	Нерегу- лярность, % (M±s)	Шум, % (M±s)	ЧОТ, Гц (M±s)	ВМФ, с (M±s)	Огрубле- ние, % (M±s)
1 под- группа	4–5/ 3,4 года	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 лет	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 лет	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 (±3)	0,80 (±0,24)
4 под- группа	12– 15 лет	Мал. — 48	4,6 (±0,46)	13,05 (±3,12)	0,76 (±0,39)	1,20 (±0,38)	15,9 (±3,4)	195,0 (±32,5)	1,19 (±0,26)
		Дев. — 37	2,21 (±0,35)	6,80 (±2,45)	0,83 (±0,35)	0,60 (±0,19)	16,1 (±3,7)	242,1 (±15,09)	0,80 (±0,15)
5 под- группа	16– 18 лет	Мал. — 30	0,69 (±0,13)	6,75 (±2,31)	0,78 (±0,18)	0,67 (±0,24)	190,0 (±42,5)	16,1 (±3,7)	0,91 (±0,33)
		Дев. — 31	0,70 (±0,22)	6,26 (±2,31)	0,69 (±0,18)	0,60 (±0,24)	231,1 (±45,09)	15,9 (±3,4)	0,89 (±0,33)

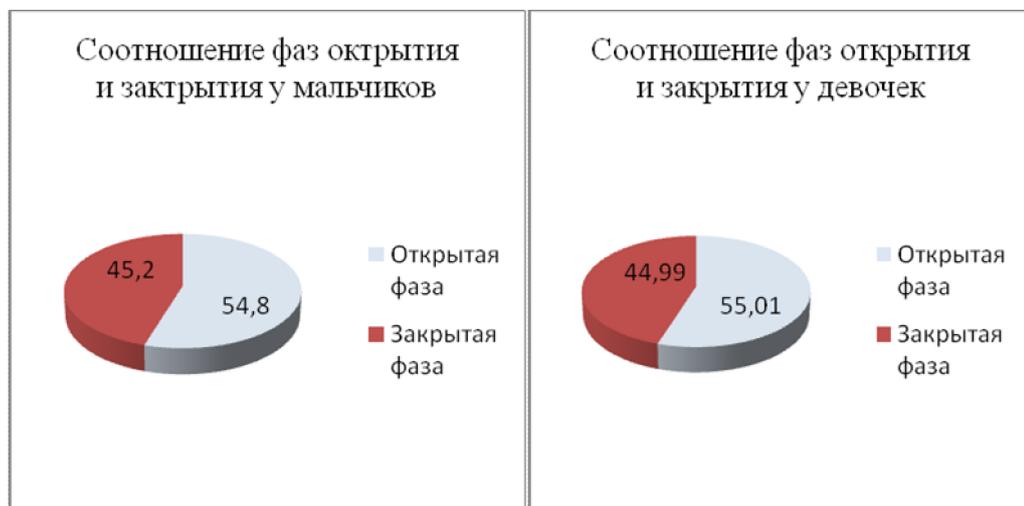
При анализе акустических параметров голоса у здоровых детей 16–18 лет установлено, что показатель вариабельности по частоте не отличался по полу и не превышал 1%, в среднем составив  $0,65 \pm 0,13\%$ . Только у 6 детей данный показатель превысил 1%, достигнув 1,97%. Показатели вариабельности по амплитуде в данной группе были одинаковы у мальчиков и девочек и в среднем составили  $6,45 \pm 2,31\%$ . 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 ( $p < 0,05$ ). Статистически достоверной разницы показателя нерегулярности по полу выявлено не было, в среднем он составил  $0,78 \pm 0,18\%$  ( $p < 0,05$ ). Только 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. Средний уровень показателя огрубления у детей данной возрастной группы составил  $0,9 \pm 0,33\%$  ( $p < 0,05$ ). Существенных различий по полу выявлено не было. Вариабельность данного показателя составила 0,68–1,12%.

Наряду с нормативными показателями ААГ были определены нормативные показатели ЭГГ. Коэффициент контакта — самый главный показатель 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, составляя в среднем  $46,5 \pm 1,25$ . При анализе данных фаз в вибрационных циклах основной интерес представляла фаза закрытия, т.е. период смыкания голосовых складок, поскольку считается, что, исходя из физических особенностей данного метода, ЭГГ исследование наиболее актуально в отношении именно этой фазы (табл. 3).

**Таблица 3. Значения коэффициента закрытия у здоровых детей во всех возрастных группах по данным электроглоттографического исследования**

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

В исследовании во всех возрастных группах у детей отмечалось незначительное преобладание фазы открытия над фазой закрытия вибрационного цикла (рис. 1). Статистически достоверной разницы данных показателей по полу и возрасту выявлено не было ( $p > 0,05$ ). Среднее значение коэффициента открытой фазы, характеризующего степень мышечного напряжения в области голосовой щели, у детей всех возрастных групп в среднем составило  $54,8 \pm 3\%$ . 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.



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

В ходе исследования качественных параметров ЭГГ, нами были получены следующие результаты (табл. 4).

**Таблица 4. Нормативные параметры ЭГГ у здоровых детей в возрасте 1–18 лет**

№ под-группы	Возрастной интервал	Средний возраст, лет	Пол (n)	Коэффициент вариальности по частоте (M±s)	Коэффициент вариальности 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

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.

### **Результаты акустического анализа голоса и электроглоттографии в комплексном обследовании детей и подростков с дисфонией различного генеза**

В ходе исследования было обследовано 79 детей с заболеваниями гортани различного генеза (табл. 5).

**Таблица 5. Структура и распределение выявленной патологии гортани у детей в возрасте 4–18 лет (n=79)**

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

При анализе данных 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 данных параметров достаточно узкие границы нормы. В связи с этим мы

рассчитали среднее значение показателей для всех возрастных групп (табл. 6–8).

Было обследовано 18 детей (10 мальчиков и 8 девочек) с **острым ларингитом** на фоне или после катарального воспаления верхних и нижних дыхательных путей. При анализе данных ААГ было отмечено, что ЧОТ понижалась в сторону низких частот. 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) ( $p < 0,05$ ). О повышении числа аperiodических колебаний голосовых складок свидетельствуют изменения показателей нерегулярности и огрубления. Так, при норме до 1% параметр нерегулярности был увеличен в 3 раза, параметр огрубления — в 3 раза. Необходимо отметить, что параметр шума находился в пределах нормы и составил в среднем у мальчиков и девочек  $0,77 \pm 0,12$  ( $p < 0,05$ ).

**Таблица 6. Результаты ААГ у детей с дисфонией различного генеза**

Заболевания гортани	Пол	Вариабельность по частоте	Вариабельность по амплитуде	Нерегулярность	Шум	Огрубление
Острый ларингит	Мальчики	$8,13 \pm 1,3$	$30,0 \pm 1,5$	$3,5 \pm 0,26$	$0,78 \pm 0,14$	$2,09 \pm 1,06$
	Девочки	$7,15 \pm 1,95$	$32,16 \pm 2,08$	$2,8 \pm 0,13$	$0,76 \pm 0,11$	$2,8 \pm 0,13$
Хронический ларингит	Мальчики	$9,01 \pm 3,23$	$15,05 \pm 6,15$	$2,43 \pm 0,98$	$1,23 \pm 0,93$	$3,15 \pm 1,35$
	Девочки	$8,23 \pm 2,63$	$30,19 \pm 7,15$	$31,51 \pm 0,47$	$1,35 \pm 0,53$	$3,65 \pm 1,25$
Узелки голосовых складок	Мальчики	$3,15 \pm 1,25$	$2,08 \pm 4,25$	$1,7 \pm 0,51$	$0,45 \pm 0,10$	$1,4 \pm 0,15$
	Девочки	$3,02 \pm 0,98$	$1,08 \pm 3,25$	$1,67 \pm 0,23$	$0,5 \pm 0,15$	$1,45 \pm 0,13$
Ушиб горла	Мальчики, девочки	$3,66 \pm 0,34$	$7,54 \pm 2,15$	$1,95 \pm 0,23$	$1,76 \pm 0,75$	$2,13 \pm 1,23$

**Таблица 7. Параметры ААГ, ВМФ и ЧОТ у детей в возрасте 4–18 лет с дисфонией различного генеза**

Заболевания гортани	ВМФ, с				ЧОТ, Гц			
	Группы 1–3		Группы 4–5		Группы 1–3		Группы 4–5	
	Мальчики (M±s)	Девочки (M±s)	Мальчики (M±s)	Девочки (M±s)	Мальчики (M±s)	Девочки (M±s)	Мальчики (M±s)	Девочки (M±s)
Острый ларингит	$8,2 \pm 1,6$	$5,3 \pm 1,9$	$10,6 \pm 2,8$	$10,01 \pm 1,3$	$232 \pm 21,0$	$232 \pm 4,0$	$142 \pm 34,15$	$225,3 \pm 15,8$
Хронический ларингит	$12,41 \pm 2,14$	$13,25 \pm 2,65$	$15,25 \pm 1,28$	$14,26 \pm 2,49$	$260 \pm 22,28$	$260 \pm 22,28$	$1,50 \pm 23,11$	$2,30 \pm 32,15$
Узелки голосовых складок	$7,95 \pm 1,16$	$5,08 \pm 2,56$	$9,08 \pm 1,25$	$7,25 \pm 2,95$	$258 \pm 25,15$	$258 \pm 5,15$	$160 \pm 35,1$	$220 \pm 25,$

**Таблица 8. Результаты ЭГГ у детей в возрасте 4–18 лет с дисфонией различного генеза**

Коэффициент ЭГГ	Острый ларингит	Хронический ларингит	Узелки голосовых складок	Ушиб горла
Вариабельность по частоте	35,15±4,45	35,15±7,28	32,08±9,26	26,65±3,45
Вариабельность по амплитуде	38,25±3,46	38,25±5,36	35,02±5,26	32,12±4,78
Нерегулярность	9,05±2,36	1,15±0,46	8,95±2,15	8,25±1,36
Сигнал/шум	1,02±0,15	13,2±2,48	0,95±0,15	1,01±0,23

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%.

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 возрастных подгрупп, 140,8±34,5 Гц у мальчиков и 200±35,8 Гц у девочек 4–5 подгрупп. У детей также отмечалось снижение частотного диапазона вдвое по сравнению с нормой, соответствующей их возрасту.

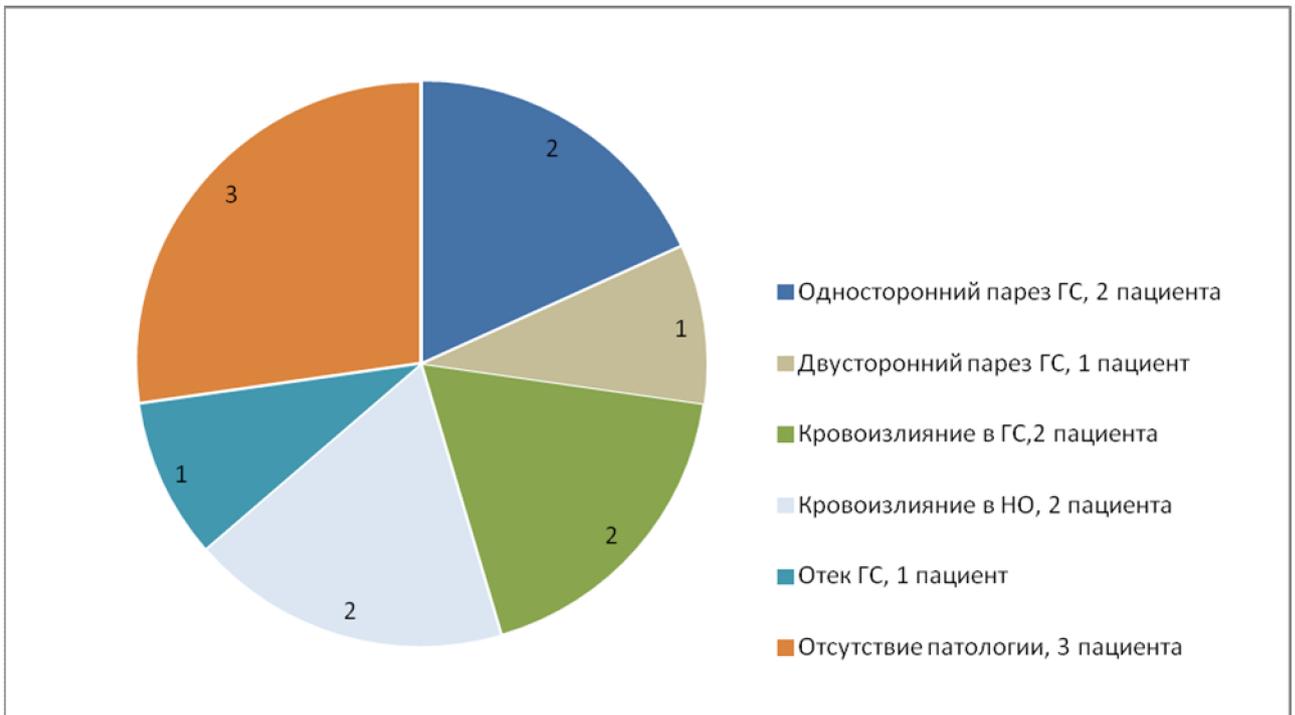
С диагнозом **хронический ларингит** было обследовано 16 детей, 10 (62%) мальчиков и 6 (38%) девочек в возрасте 4–16 лет. По данным ААГ ВМФ при хроническом ларингите было уменьшено по сравнению с группой здоровых детей, но менее значительно, чем в группе детей с острыми ларингитами. Снижение ЧОТ в сторону 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. Показатели вариабельности по частоте и амплитуде также значительно были больше нормы, при этом превышая в 1,5 раза таковые при остром ларингите. Количественные параметры по данным электроглоттографического исследования также имели отклонения от нормы. Так, ЧОТ ЭГГ составила в среднем 240,98±20,19 Гц у детей 1–3 возрастных подгрупп при норме 265,16±36,15 Гц. У детей старших возрастных подгрупп данный параметр у мальчиков составил 132,81±12,51 Гц, у девочек — 200±21,4 Гц. По сравнению с результатами ЭГГ при остром ларингите отмечалось относительно более низкое отклонение от нормы, что вероятно, свидетельствует о некоторой степени адаптации. Анализ качественных параметров ЭГГ 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%. В целом, для хронического ларингита характерно выраженное повышение всех показателей акустического и электроглоттографического исследований с превышением нормы более чем в 3 раза.

Было обследовано 32 ребенка (14 мальчиков и 18 девочек) с **узелками голосовых складок** в возрасте 4–18 лет. При анализе данных ААГ 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. Показатели варибельности по частоте и амплитуде были достоверно выше нормативных показателей ( $p < 0,05$ ), но ниже уровня значений этих параметров при остром и хроническом ларингите. Повышение показателей нерегулярности и огрубления также свидетельствуют об отсутствии полного смыкания голосовых складок и увеличении количества асинхронных волн. Однако уровень шума оставался в среднем на верхней границе нормы. Данные ЭГГ у детей с узелками голосовых складок 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. Коэффициент контакта также, как и при хроническом ларингите, находился в пределах нормы и составил  $0,43 \pm 0,011$  ( $p < 0,05$ ).

В ходе нашего исследования у 2 (5%) пациентов в возрасте 15 и 16 лет была диагностирована **гипотонусная дисфония**. По данным ААГ отмечалось повышение показателя варибельности, а также показателя огрубления голоса. Однако уровень увеличения показателей был ниже, чем при острых или хронических воспалительных процессах, что свидетельствует об отсутствии воспалительного процесса. При анализе данных ЭГГ не было выявлено отклонения от нормы, что свидетельствует об отсутствии поражения нервно-мышечного аппарата гортани.

Особый интерес представляют ААГ и ЭГГ в диагностике различных **травматических поражений гортани**. Группу наблюдения составили 11 детей в возрасте 5–14 лет. В ходе эндоскопического исследования у 7 детей был выявлен ряд патологических изменений гортани (рис. 2).



**Рис. 2.** Результаты диагностической эндоскопии гортани у детей с входящим диагнозом травма горла

У 3-х детей изменения отсутствовали как по данным диагностической эндоскопии гортани, так и по результатам стробоскопического исследования. При этом на момент осмотра у детей также отсутствовали какие-либо жалобы. Однако по результатам ААГ были выявлены изменения у всей группы наблюдения. В ходе исследования по данным ААГ разницы частоты основного тона по полу и возрасту выявлено не было, и она в среднем составила  $290,3 \pm 26,1$  Гц. Анализ данных ЭГГ также выявил ряд изменений у всех 11 пациентов.

Полученные изменения были сопоставимы с таковыми при остром ларингите. Данные результаты свидетельствуют 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%.

Полученные результаты являлись показанием для госпитализации пациентов с назначением курса лечения даже при отсутствии жалоб и изменений при эндоскопическом исследовании гортани.

Подводя итоги вышеизложенному, можно сделать вывод, что ЭГГ позволяет не только оценивать количественные параметры голоса (пертурбация по частоте, по амплитуде), но 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. Следует отметить, что данные параметры дают

относительное представление о колебательном цикле голосовых складок. Однако для врача клинициста данные показатели весьма информативны, 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 среднем 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 указывают на парез голосовых складок. Интервал от 0,4 до 0,3 свидетельствует о гипoadдукции голосовых складок, в то время как повышение до 0,6 — о гипераддукции. ААГ и ЭГГ не взаимозаменяемые диагностические методы исследования голосовой функции у детей. Только комплексное применение методов в сочетании с визуальным осмотром ребенка, тщательно собранным анамнезом позволяет правильно оценить функциональное состояние 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.

## **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 научных работ, опубликованных по теме диссертации

1. Дегтярева Д.В. **Объективные методы исследования голосовой функции у детей // Педиатрия. — 2013. — №1. — С. 69–71 (в соавт. с Е.Ю. Радциг.).**

2. Дегтярева Д.В. **Особенности акустического анализа голоса у детей // Вестник Российского государственного медицинского Университета. — 2013. — №3. — С. 48–52 (в соавт. с Богомильским М.Р., Радциг Е.Ю.).**

3. Дегтярева Д.В. **Дисфония в практике врача-педиатра: причины и способы лечения // Вопросы современной педиатрии. — 2013. — №12. — Т. 12. — С. 85–92 (в соавт. с Ермиловой Н.В., Радциг Е.Ю.).**

4. Дегтярева Д.В. **Электроглоттография — объективный метод оценки голосовой функции у детей // Материалы научной конференции II-го Петербургского форума оториноларингологов. — СПб, 2013. — С. 50 (в соавт. с Радциг Е.Ю.)**

5. Дегтярева Д.В. **Электроглоттография — объективный метод оценки голосовой функции у детей // Вестник оториноларингологии. — 2013. — №6. — С. 28–30.**

## 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