

*На правах рукописи*

**Бодрова Ирина Витальевна**

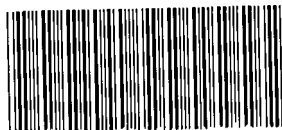
**МУЛЬТИСПИРАЛЬНАЯ КОМПЬЮТЕРНАЯ ТОМОГРАФИЯ  
(МСКТ) В ДИАГНОСТИКЕ ПРИЧИН  
КОНДУКТИВНОЙ И СМЕШАННОЙ ТУГОУХОСТИ**

14.01.13 – Лучевая диагностика, лучевая терапия

– 8 ИЮЛ 2015

**Автореферат**

диссертации на соискание ученой степени  
доктора медицинских наук



**005570400**

Москва – 2015

Работа выполнена в ГБОУ ВПО «Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова» Минздрава России.

**Научный консультант:**

академик РАН,  
доктор медицинских наук,  
профессор

**Терновой Сергей Константинович**

**Официальные оппоненты:**

**Васильев Александр Юрьевич** — член-корреспондент РАН, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой лучевой диагностики ГБОУ ВПО «Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова» Минздрава России

**Вишнякова Мария Валентиновна** — доктор медицинских наук, заведующая кафедрой лучевой диагностики факультета усовершенствования врачей ГБУЗ МО «Московский областной научно-исследовательский клинический институт имени М.Ф. Владимирского»

**Дергилев Александр Петрович** — доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой лучевой диагностики ГБОУ ВПО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России

**Ведущая организация:**

ГБОУ ВПО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Минздрава России

Защита диссертации состоится «21» октября 2015 года в \_\_\_\_\_ часов на заседании диссертационного совета Д.208.040.06 в ГБОУ ВПО «Первый МГМУ имени И.М. Сеченова» Минздрава России по адресу: 119991, г. Москва, ул. Трубецкая, д.8, стр.2.

С диссертацией можно ознакомиться в ГЦНМБ ГБОУ ВПО «Первый МГМУ имени И.М. Сеченова» Минздрава России по адресу: 119034, г. Москва, Зубовский бульвар, д.37/1 и на сайте организации [www.mma.ru](http://www.mma.ru)

Автореферат разослан «25» июня 2015 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета  
доктор медицинских наук

**Абдураимов Адхамжон Бахтиерович**

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

### Актуальность и степень разработанности темы исследования

Поражение слухового анализатора является актуальной и социальной проблемой. Более 360 миллионов человек в мире страдают от инвалидизирующей потери слуха (Информационный бюллетень ВОЗ, 2014). В Российской Федерации число больных с нарушениями слуха превышает 13 миллионов человек, причем более 1 миллиона — это дети. У 14% лиц в возрасте от 45 до 64 лет и у 30% лиц старше 65 лет имеются нарушения слуха. По данным ВОЗ, к 2020 году более 30% всей популяции земного шара будут иметь нарушения слуха (Гамов В.П., 2009; Таварткиладзе Г.А. и др., 2006; WHO, 1996).

В настоящее время аудиологическое обследование — «фундамент» в диагностике и уточнении формы тугоухости. Однако методы тональной пороговой аудиометрии позволяют оценить только характер и степень нарушения слуха, величину костно-воздушного интервала, а импедансометрия позволяет получить лишь косвенное представление о состоянии звукопроводящей системы органа слуха (Альтман Я.А. и др., 2003; Бербом Х. и др., 2013; Дайхес Н.А., 2009; Косяков С.Я. и др., 2008; Пальчун В.Т., 2008).

Мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ) занимает важное место в арсенале обязательных и высокоинформативных методов лучевой диагностики в отоларингологии, позволяя выявить малейшие изменения костной ткани (Добротин В.Е., 1996; Зеликович Е.И., 2005; Педаченко А.Е. и др., 2007; Liu Y. et al., 2014; Martin C. et al., 2004; Mohammadi G. et al., 2012). Однако при отсутствии признаков воспаления в ухе, особенно в случаях одностороннего процесса или после неудачно выполненной операции, компьютерная томография (КТ) мало помогает в выявлении причин кондуктивной и смешанной тугоухости.

Спектр лечения тугоухости сегодня достаточно широкий: от физиотерапии и медикаментозной терапии до тимпанопластики, мирингопластики, кохлеарной имплантации и др. Хирургу важно еще до операции понимать механизм нарушения слуха и возможности его хирургического устранения для определения объема и тактики хирургического вмешательства (Гаров Е.В. и др., 2012; Зеликович Е.И., 2004; Косяков С.Я., 2012; Abdel-Aziz T. et al., 2014; Crovetto M. et al., 2010; Ho K. et al., 2010; Lu W. et al., 2007; Ng J. et al., 2014; Rogha M. et al., 2014; Sanno M. et al., 2014; Tisch M. et al., 2013; Walshe P, et al., 2002; Yildirim-Baylan M. et al., 2012). Проблема положительного функционального результата после оперативного вмешательства, особенно после стапедопластики, является актуальной (Brackmann D. et al., 2009; Puxeddu R. et al., 2005; Ozlüer M. et al., 2012; Thiel G. et al., 2011).

Несмотря на свои преимущества, КТ имеет один существенный недостаток — не позволяет оценить функциональное состояние подвижных структур височной кости, в том числе протеза стремени. До настоящего времени не существует протокола проведения функционального МСКТ-исследования височной кости. Диаметральные мнения о возможностях, роли и месте МСКТ при кондуктивной и смешанной тугоухости требуют оценки оптимальных алгоритмов, разработки высокоинформативных методик.

**Цель работы** — совершенствовать диагностику причин кондуктивной и смешанной тугоухости с помощью МСКТ, в том числе и функциональной МСКТ (фМСКТ), для уточнения характера патологических изменений, определения показаний и объема хирургического вмешательства.

#### **Задачи исследования**

1. Разработать протокол фМСКТ подвижных структур среднего уха.
2. Изучить фМСКТ-изображения различных вариантов анатомического строения звукопроводящих структур и определить фМСКТ-критерии их подвижности.

3. Изучить МСКТ- и фМСКТ-семнотику при кондуктивной и смешанной тугоухости.

4. Оценить возможности МСКТ и фМСКТ в определении выбора тактики лечения, в планировании хирургического лечения, показаний к повторной операции.

5. Определить роль МСКТ и фМСКТ в оценке состояния структур оперированного уха после стапедопластики при удовлетворительном и неудовлетворительном функциональных результатах.

6. Разработать алгоритм диагностики патологических изменений височной кости при кондуктивной и смешанной тугоухости.

### **Научная новизна**

Впервые в отечественной и мировой практике созданы методики фМСКТ с использованием неспецифического и специфического раздражителей в оценке состояния подвижных структур среднего уха в норме, при кондуктивной и смешанной тугоухости (патенты РФ на изобретение №2405437, №2411909, №2452382, №2452390), впервые создана методика фМСКТ слуховых труб (патент РФ на изобретение №2411908).

Впервые изучена и детально описана фМСКТ–анатомия звукопроводящих структур, что позволило объективно оценивать ее изменения при различных формах тугоухости.

Выявлена МСКТ- и фМСКТ-семнотика кондуктивной и смешанной тугоухости, в том числе с учетом детальной оценки возможностей фМСКТ в проведении функционального исследования.

Впервые создана методика фМСКТ протеза стремени для его функциональной оценки (патент РФ на изобретение №2452392). Определена роль МСКТ и фМСКТ в оценке состояния протеза стремени после стапедопластики, в том числе при неудовлетворительном функциональном результате.

Впервые разработан протокол прогнозирования стапедопластики на основании данных МСКТ (патент РФ на изобретение №2491879) и

разработана формула определения длины протеза стремени на дооперационном этапе с помощью фМСКТ (патент РФ на изобретение №2452391).

Доказана высокая эффективность МСКТ и фМСКТ височной кости в выявлении причин, вызвавших нарушение как звукопроводения, так и звуковосприятия, для определения выбора оптимальной тактики лечения, что особенно важно, оптимального объема и тактики хирургического вмешательства.

### **Практическая значимость**

Доказана возможность применения фМСКТ височной кости с использованием специфического раздражителя.

Уточнены диагностические возможности МСКТ и фМСКТ, разработаны критерии, проведено их сравнение в выявлении причин нарушения звукопроводения и звуковосприятия, а также в выявлении причин неудовлетворительного функционального результата после стапедопластики.

Разработанный протокол прогнозирования стапедопластики на основании данных МСКТ позволяет снизить риск интра- и послеоперационных осложнений.

Разработанная формула определения длины протеза стремени на дооперационном этапе с помощью фМСКТ позволяет адекватно выбрать протез стремени, избежать вестибулярных расстройств, обусловленных неадекватной длиной протеза.

Показана значимость данных МСКТ и фМСКТ височной кости для уточнения тактики лечения, показаний и объема хирургического лечения при кондуктивной и смешанной тугоухости.

Разработан алгоритм КТ-диагностики патологических изменений височной кости при различных формах тугоухости, который позволяет внедрить фМСКТ в практическое здравоохранение.

## Методология и методы исследования

Диссертационное исследование выполняли в несколько этапов. На первом этапе изучали отечественную и зарубежную литературу, посвященную данной проблеме.

На втором этапе было исследовано 628 пациентов (786 височных костей) из них: 15 здоровых добровольцев (30 височных костей), 357 пациентов (457 височных костей) с кондуктивной тугоухостью, 167 пациента (196 височных костей) со смешанной тугоухостью, 89 пациентов (103 височные кости) после перенесенной стапедопластики. МСКТ провели во всех 786 наблюдениях в спиральном режиме в аксиальной проекции без наклона гентри с последующей постпроцессинговой обработкой, фМСКТ по разработанным методикам — в 246 наблюдениях.

**МСКТ-исследования** проводили на 64-спиральном компьютерном томографе General Electric «High Speed VCT» и 320-спиральном компьютерном томографе Toshiba «Aquillion ONE» в спиральном режиме по программе костной реконструкции с толщиной среза 0,5–0,625 мм. МСКТ височной кости провели во всех 786 наблюдениях без специальной подготовки, при стандартной укладке, от нижнего края сосцевидного отростка до уровня верхнего края сосцевидного отростка. Протоколы исследования представлены в таблице №1.

*Таблица №1.*

### *Протокол МСКТ височной кости*

Параметры исследования	Компьютерный томограф	
	64-спиральный	320-спиральный
Режим томографирования	спиральный	объемный
Поле исследования	6–8 см	
Толщина среза	0,625 мм	0,5 мм
Напряжение	120 кВ	
Сила тока	300 мА	
Тип реконструкции	костный	
Лучевая нагрузка	1,3–1,5 мЗв	0,58–0,62 мЗв

После получения изображений в аксиальной проекции данные обрабатывали по программе мультипланарных реконструкций (МПР) — во

всех исследованиях получали изображения в корональной проекции, их дополняли сагитальной или косой проекциями и 3-хмерными реконструкциями.

**ФМСКТ-исследования** проводили на 320-спиральном компьютерном томографе Toshiba «Aquillion ONE» в динамическом режиме по программе костной или мягкотканной реконструкции (в зависимости от зоны исследования) с толщиной среза 0,5 мм.

Методики ФМСКТ подвижных структур уха

ФМСКТ подвижных структур среднего уха провели в 246 наблюдениях. Было создано 3 методики проведения данного исследования с различными раздражителями звукопроводящей системы.

1. *ФМСКТ подвижных структур среднего уха с использованием баллона Политцера* (патент РФ на изобретение №2405437 «Способ динамической мультиспиральной компьютерно-томографической диагностики адгезивного среднего отита» от 03.06.2009 г.).

Голова пациента расположена в стандартной подставке и фиксирована для предупреждения изменения положения. В наружный слуховой проход исследуемого уха вставлена пластиковая олива, соединенная с грушей баллона Политцера, которую пациент держит в руке, не сжимая ее. Выполняли топограмму от нижнего края до верхнего края сосцевидного отростка по протоколу, представленному в таблице №2.

*Таблица №2.*

***Протокол фМСКТ подвижных структур среднего уха с использованием баллона Политцера***

<b>Параметры исследования</b>	<b>320-спиральный компьютерный томограф</b>
Режим томографирования	динамический
Поле исследования	4 см
Толщина среза	0,5 мм
Напряжение	80 кВ
Сила тока	350 мА
Тип реконструкции	костный
Время исследования	7–9 сек
Воздействие воздушной волной	дозированное
Лучевая нагрузка	0,9–1,2 мЗв

После выполнения топограммы проводили первую серию срезов в аксиальной проекции. Ход сканирования от височной кости к своду черепа. Во время сканирования пациент в течение 10 секунд сжимал и разжимал грушу баллона Политцера (сжимал баллон на 1, 3, 5, 7, 9 секунду, на 2, 4, 6, 8, 10 секунду разжимал). Затем проводили реконструкцию исследованной височной кости с увеличением и реконструкцией среза 0,25 мм. После получения срезов в аксиальной проекции выполняли МПР в коронарной проекции. Для противоположной височной кости (в случае ее заинтересованности) проводили аналогичное исследование.

2. *ФМСКТ подвижных структур среднего уха при пробе Вальсальвы* (патент РФ на изобретение №2411909 «Способ динамической мультиспиральной компьютерно-томографической диагностики адгезивного среднего отита» от 03.09.2009 г.).

Голова пациента расположена в стандартной подставке и фиксирована для предупреждения изменения положения. Пациент зажимал рукой нос, рот при этом закрыт. Далее выполняли топограмму от нижнего края до уровня верхнего края сосцевидного отростка по аналогичному протоколу, представленному в таблице №2. После выполнения топограммы, проводили первую серию срезов в аксиальной проекции. Ход сканирования от височной кости к своду черепа. Во время сканирования пациент одновременно выдыхал при зажатых ноздрях и закрытом рте в течение 1 секунды с последующим вдохом в течение 1 секунды и повторял 4 раза (8–10 секунд). Затем проводили реконструкцию исследованных височных костей с увеличением и реконструкцией среза 0,25 мм. После получения срезов в аксиальной проекции выполняли МПР в коронарной проекции.

3. *ФМСКТ подвижных структур среднего уха с помощью специфического звукового раздражителя* (патент РФ на изобретение №2452382 «Способ динамической мультиспиральной компьютерно-томографической диагностики адгезивного среднего отита» от 11.01.2011 г., патент РФ на изобретение №2452390 «Способ динамической мультиспиральной компьютерно-томографической диагностики отосклероза»)

от 11.01.2011 г., патент РФ на изобретение №2452392 «Способ динамической мультиспиральной компьютерно-томографической диагностики отосклероза у пациентов, перенесших стапедопластику» от 11.01.2011 г.).

Голова пациента расположена в стандартной подставке и фиксирована для предупреждения изменения положения. В наружный слуховой проход исследуемого уха вставлена система, обеспечивающая доставку звуковых колебаний заданной частоты и интенсивности к структурам среднего уха. Основной системы доставки звука являлся импедансный аудиометр (Impedance Audiometer AT235h, Interacoustics, Дания) со встроенным блоком аудиометрии. К разъему аудиометра указанного аппарата подключены два воздушных телефона в модификации внутриканального звукопроводения с присоединенными к ним силиконовыми трубками для проведения звука. Трубки, в свою очередь, соединены с одноразовыми ушными вкладышами, которые плотно вставляются в слуховой проход тестируемого уха. Для чистоты теста и исключения потери звука необходима абсолютная герметичность системы. В случаях наличия у пациента гипертрихоза волосы, растущие в наружном слуховом проходе, нужно удалить заранее, т.к. они могут создавать воздушный зазор между ушным вкладышем и кожей. Выполняли топограмму от нижнего края до уровня верхнего края сосцевидного отростка по протоколу, представленному в таблице №3. После выполнения томограммы проводят первую серию срезов в аксиальной проекции в краниальном направлении. В ходе сканирования одновременно в мануальном режиме аудиометрии в течение 4–5 секунд осуществляли прерывистую подачу в исследуемое ухо зондирующего звукового сигнала тестовой частотой 1000 Гц и интенсивностью, превышающей порог восприятия на 15–20 дБ (т.е. на первую секунду звук подается, на вторую секунду — не подается и т.д.). Интенсивность звука выбирали на основе ранее сделанной аудиограммы или на основе тестовой аудиограммы, проведенной непосредственно перед МСКТ-исследованием. После получения срезов в аксиальной проекции выполняли МПР в коронарной проекции. Для

противоположной височной кости (или в случае ее заинтересованности) проводили аналогичное исследование.

Таблица №3.

**Протокол фМСКТ подвижных структур среднего уха с помощью специфического звукового раздражителя**

Параметры исследования		320-спиральный компьютерный томограф
Режим томографирования		динамический
Поле исследования		4 см
Толщина среза		0,5 мм
Напряжение		80 кВ
Сила тока		300 мА
Тип реконструкции		костный
Время исследования		3–6 сек
Характеристика звука:	Частота	1000Гц
	Интенсивность	≥ на 20дБ от пороговой
Лучевая нагрузка		0,7–0,9 мЗв

4. Разработанная методика фМСКТ слуховой трубы при пробе Вальсальвы зарегистрирована в Государственном реестре изобретений РФ (патент РФ на изобретение №2411908 «Способ динамической мультиспиральной компьютерно-томографической диагностики дисфункции слуховой трубы» от 03.09.2009 г.).

Голову пациента располагали в стандартной подставке и фиксировали для предупреждения изменения положения. Пациент зажимал рукой нос, рот при этом закрыт. Далее выполняли топограмму от нижнего края тела нижней челюсти до уровня верхнего края сосцевидного отростка по протоколу, представленному в таблице №4.

После выполнения топограммы проводили первую серию срезов в аксиальной проекции. Во время сканирования пациент одновременно выдыхал при зажатых ноздрях и закрытом рте в течение 1 секунды с последующим вдохом с закрытым ртом в течение 1 секунды и повторял 4 раза (4–6 секунд). Затем проводили реконструкции зоны интереса с увеличением и реконструкцией среза 0,25 мм. После получения срезов в аксиальной проекции всем выполняли МПР в коронарной проекции.

**Протокол фМСКТ слуховых труб**

Параметры исследования	320-спиральный компьютерный томограф
Режим томографирования	динамический
Поле исследования	7–8 см
Толщина среза	0,5 мм
Напряжение	80 кВ
Сила тока	350 мА
Тип реконструкции	мякотканый
Время исследования	4–7 сек
Воздействие воздушной волной	дозированное
Лучевая нагрузка	0,8–1,1 мЗв

В связи с большим разнообразием МСКТ-методик височной кости нами было разработано направление на исследование, в котором врач-оториноларинголог отмечал вид тугоухости, предполагаемый диагноз, цель исследования. Направление помогало врачу-рентгенологу формировать цель исследования и выбрать оптимальную МСКТ-методику для достижения поставленной цели. Разработанное направление удобно и просто в использовании, не требует значительных затрат времени для заполнения.

Также в рамках поставленных задач были разработаны и протоколы описания.

1. *Протокол описания фМСКТ звукопроводящих структур среднего уха.*

1) Подвижность барабанной перепонки: замер максимального и минимального смещений, измерение амплитуды (данный пункт актуален при хорошо визуализирующейся барабанной перепонке).

2) Подвижность молоточка: замер максимального и минимального смещений, измерение амплитуды.

3) Подвижность наковальни: замер максимального и минимального смещений, измерение амплитуды для длинного и короткого отростков.

4) Подвижность подножной пластины стремени: замер максимального и минимального смещений, измерение амплитуды.

5) Подвижность передней связки молоточка: замер максимального и минимального смещений, измерение амплитуды.

6) Подвижность задней связки молоточка: замер максимального и минимального смещений, измерение амплитуды.

7) Подвижность верхней связки молоточка: замер максимального и минимального смещений, измерение амплитуды.

8) Подвижность заднемедиальной связки наковальни: замер максимального и минимального смещений, измерение амплитуды.

9) Подвижность молоточко-наковаленного сочленения: замер максимального и минимального смещений, измерение амплитуды.

10) Подвижность наковальне-стремennого сочленения: замер максимального и минимального смещений, измерение амплитуды.

11) Подвижность стремennой мышцы

12) Подвижность мышцы, натягивающей барабанную перепонку

*2. Протокол оценки фМСКТ-исследования слуховой трубы.*

1) Оценка пневматизации костного устья слуховой трубы.

2) Оценка перешейка слуховой трубы.

3) Оценка хрящевой части слуховой трубы.

4) Оценка глоточного устья слуховой трубы.

*3. Протокол МСКТ-исследования височных костей перед операцией на стремени (патент РФ на изобретение №2491879 «Способ прогнозирования стапедопластики»).*

1) Нависание и целостность канала лицевого нерва над окном преддверия.

2) Нависание промонторальной стенки над окном преддверия.

3) Форма и ширина ниши окна преддверия.

4) Толщина ножек и подножной пластины стремени.

5) Расстояние до внутренней стенки преддверия.

*4. Формула неинвазивной дооперационной оценки длины протеза стремени (патент РФ на изобретение №2452391 «Способ динамического мультиспирально-компьютерного томографического дооперационного определения длины протеза стремени при хирургическом*

лечении отосклероза»): расстояние от медиальной поверхности длинного отростка наковальни до медиальной поверхности подножной пластины стремени (мм) + амплитуда движения длинного отростка наковальни в норме (0,35 мм).

5. *Протокол оценки фМСКТ-исследования состояния протеза после стапедопластики.*

1. Определение типа протеза.
2. Расположение петли протеза стремени.
3. Фиксация петли протеза.
4. Расположение протеза в нише окна преддверия.
5. Максимальное смещение протеза в преддверие.
6. Амплитуда смещения протеза.

На третьем этапе диссертационного исследования был произведен анализ полученных фМСКТ-результатов при неизменном состоянии, МСКТ- и фМСКТ-результатов у пациентов с кондуктивной и смешанной тугоухостью и у пациентов после перенесенной стапедопластики, также была проведена оценка возможностей МСКТ и фМСКТ в определении тактики ведения, в планировании хирургического лечения, в том числе при стапедопластике. Результаты МСКТ- и фМСКТ-исследований были сопоставлены с клинической картиной, данными оперативного вмешательства.

#### **Клиническая характеристика пациентов**

За период с января 2009 г. по январь 2014 г. было исследовано 628 пациентов (786 височных костей). Из них: женщины — 347 (55%), мужчины — 282 (45%). Средний возраст составил  $42,8 \pm 2,95$  года. МСКТ провели во всех 786 наблюдениях, фМСКТ — в 246. Лечение получили 548 пациентов (677 височных костей), из них консервативное — 176 пациентов (220 височных костей), хирургическое — 372 пациента (457 височных костей). Общая характеристика материала исследования представлена в таблице №5.

**Общая характеристика материала исследования**

	Количество пациентов (n=628)		Количество височных костей (n=786)	
	Абс.	%	Абс.	%
Здоровые добровольцы	15	3	30	4
Пациенты с кондуктивной тугоухостью	357	57	457	58
Пациенты со смешанной тугоухостью	167	26	196	25
Пациенты после стapedопластики	89	14	103	13
<b>ИТОГО:</b>	<b>628</b>	<b>100</b>	<b>786</b>	<b>100</b>

Как видно из таблицы №5, 30 наблюдений (4%) были представлены 15 здоровыми добровольцами. 103 наблюдения (13%) были представлены 89 пациентами после перенесенной стapedопластики. Кондуктивная тугоухость (58%) была выявлена у 357 пациентов (457 височных костей), смешанная (25%) — у 167 пациента (196 височных костей). Пациенты находились на стационарном и амбулаторном лечении в отделениях №1 и №2 Клиники болезней уха, горла и носа УКБ №1 ГБОУ ВПО «Первый МГМУ имени И.М. Сеченова» Минздрава России. Для удобства анализа данных, в дальнейшем мы используем показатели количества «наблюдений» (височных костей), а не количество пациентов.

Спектр нозологических форм, при которых отмечали кондуктивную или смешанную тугоухость, был представлен большим разнообразием: отосклероз (22%), хронический гнойный средний отит (13%), адгезивный средний отит (9%), состояние после санлирующей операции (9%), холестеатома (9%), дигенция полукружного канала (6%), перфорация барабанной перепонки (6%), дисфункция слуховой трубы (4%), экзостоз наружного слухового прохода (3,5%), экссудативный средний отит (3,5%), диффузный наружный отит (3%), расширение водопровода преддверия (3%) и улитки (2%), воспалительные изменения сосцевидного отростка (2%), мирингит (1,5%), гломусная опухоль (1,5%), холестеатома наружного слухового прохода (1%), мембранозная атрезия наружного слухового прохода (1%).

Одностороннее поражение было отмечено у 395 пациентов, двусторонне поражение — у 129. Аудиологическое исследование было проведено всем пациентам. МСКТ было проведено во всех наблюдениях, фМСКТ было проведено в 154 наблюдениях. Консервативное лечение проведено 176 пациентам (220 височных костей), хирургическое лечение проведено 337 пациентам (422 височные кости), данные МСКТ и фМСКТ сопоставлены с оперативными находками и морфологическими заключениями.

Отдельно проанализировали группу из 89 пациентов (103 наблюдения) после стапедопластики. В группе пациентов после стапедопластики в 64% наблюдений преобладал удовлетворительный функциональный результат. По данным аудиологического исследования неудовлетворительный функциональный результат с нарушением звукопроведения отмечен в 20% наблюдений, неудовлетворительный функциональный результат с нарушением звуковосприятия — в 16% наблюдений. Стапедопластика выполненная с одной стороны была у 75 пациентов, с обеих сторон — у 14 пациентов. МСКТ провели во всех 103 наблюдениях, фМСКТ — в 62. Хирургическое лечение проведено у 35 пациентов (35 височных костей).

#### **Положения, выносимые на защиту**

1. Разработанные протоколы фМСКТ подвижных структур среднего уха позволяют получить изображения различных вариантов анатомического строения и определить их подвижность и на основании этого изучить МСКТ- и фМСКТ-семиотику при кондуктивной и смешанной тугоухости.

2. МСКТ и фМСКТ позволяет повысить эффективность лечения за счет уточнения объема и характера поражения, изменить лечебную тактику, определить показания и объем слухосохраняющих и слухоулучшающих операций при кондуктивной и смешанной тугоухости.

3. Комплексное применение МСКТ и фМСКТ позволяет оценить состояние протеза стремени при различных исходах стапедопластики и определить показания для реоперации.

## **Внедрение в практику**

Разработанные методики фМСКТ височной кости внедрены в работу кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии лечебного факультета, кафедры болезней уха, горла и носа лечебного факультета ГБОУ ВПО «Первый МГМУ имени И.М. Сеченова» Минздрава России, кабинета КТ отделения лучевой диагностики УКБ №1, клиники болезней уха, горла и носа УКБ №1 ГБОУ ВПО «Первый МГМУ имени И.М. Сеченова» Минздрава России.

**Степень достоверности и апробация результатов.** Степень достоверности результатов проведенного исследования определяется значительным и репрезентативным объемом выборки обследованных пациентов (n=786), применением современных методик исследования (МСКТ и фМСКТ). Статистическая обработка полученных результатов выполнена при помощи программного обеспечения для ПК «Statistics MS-Excel» с соблюдением рекомендаций для медицинских и биологических исследований. Расчет показателей МСКТ и фМСКТ включал в себя чувствительность, специфичность и точность метода. Были применены расчеты средних значений показателей по группе и их стандартных отклонений, сравнение средних величин.

Апробация диссертации проведена на совместном заседании кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии лечебного факультета и кафедры болезней уха, горла и носа лечебного факультета ГБОУ ВПО «Первый МГМУ имени И.М. Сеченова» Минздрава России 20 мая 2015 г. (протокол №9 от 20 мая 2015 г.).

Основные положения и результаты работы были доложены на IV, VI и VII Всероссийских национальных конгрессах по лучевой диагностике и терапии «Радиология» (Москва, 2010 г., 2012 г., 2013 г.); XVIII съезде оториноларингологов России (Санкт-Петербург, 2011 г.); 1<sup>st</sup>, 2<sup>nd</sup> Congress of Confederation of European Otorhinolaryngology — Head and Neck Surgery (Барселона, 2011 г.; Ницца, 2013 г.); IV и V научно-практической конференции оториноларингологов Центрального Федерального округа

Российской Федерации «Актуальное в оториноларингологии» (Москва, 2011 г., 2013 г.); 98<sup>th</sup>, 99<sup>th</sup> Scientific Assembly and Annual Meeting of RSNA (Чикаго, 2012 г., 2013 г.); I Всероссийской открытой конференции по проблемам уха в рамках X Семинара «Последипломное образование в оториноларингологии» (Москва, 2012 г.); XII Российском конгрессе оториноларингологов «Наука и практика в оториноларингологии» (Москва, 2013 г.); I Всероссийской научной конференции молодых ученых-медиков «Инновационные технологии в медицине XXI века» (Москва, 2012 г.), где работа стала Первым лауреатом премии РАМН на лучшую российскую инновационную медицинскую технологию по терапии; 26<sup>th</sup> Congress and Refresher Course of ESHNR (Измир, 2013 г.); V национальном конгрессе аудиологов и VIX международном симпозиуме (Суздаль, 2013 г.); 20<sup>th</sup> World Congress of the International Federation of Oto-Rhino-Laryngological Societies (IFOS) (Сеул, 2013 г.); ECR 2014 (Вена, 2014 г.).

#### **Личный вклад автора**

Автором лично проведена обработка и оценка данных компьютерной томографии у 628 пациентов (786 височных костей). Автору принадлежит ведущая роль в выборе направления исследования, анализе и обобщении полученных результатов. Автор лично разрабатывала методики функциональной МСКТ (фМСКТ), была одним из 15 добровольцев, принимавших участие в исследовании при разработке методик фМСКТ. Автор лично провела фМСКТ по разработанным методикам в 246 наблюдениях. Автор лично анализировала результаты аудиологического обследования и данные МСКТ и фМСКТ височных костей у пациентов с кондуктивной и смешанной тугоухости, в том числе и у пациентов после перенесенной стапедопластики с различным функциональным результатом. Автор разработала протоколы фМСКТ-оценки подвижных структур среднего уха и протеза стремени, протокол прогнозирования стапедопластики по данным МСКТ. Автор лично провела систематизацию и статистическую обработку полученных данных с анализом диагностической эффективности всех разработанных в работе методик компьютерной томографии. Автором

был разработан алгоритм КТ-обследования пациентов в зависимости от типа тугоухости. При участии и лично автором была проведена подготовка основных публикаций по выполненной работе на тему диссертации.

### **Объем и структура диссертации**

Диссертация изложена на 248 страницах машинописного текста и состоит из введения, 7 глав, обсуждения результатов исследования, выводов, практических рекомендаций. Список литературы включает 78 работ отечественных и 272 зарубежных авторов. Работа иллюстрирована 39 таблицами и 82 рисунками.

### **Публикации**

По теме диссертации опубликовано 24 печатные работы, в том числе 14 в журналах, рекомендованных ВАК для публикации основных результатов диссертации, получено 8 патентов РФ на изобретение.

### **Соответствие работы паспорту научной специальности**

В соответствии с формулой специальности 14.01.13 «Лучевая диагностика, лучевая терапия», согласно пунктам 1 и 3, в диссертационной работе научно обосновано использование наиболее эффективных вариантов МСКТ-исследования височной кости для диагностики нарушения звукопроводения и звуковосприятия у пациентов с кондуктивной и смешанной тугоухостью и целесообразность применения фМСКТ для оценки подвижных структур среднего уха, в том числе протеза стремени.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

### **Нормальная фМСКТ-анатомия звукопроводящих структур височной кости**

Для решения задачи по изучению фМСКТ-изображений различных вариантов анатомического строения звукопроводящих структур и определения фМСКТ-критериев их подвижности мы детально изучили нормальную фМСКТ-анатомию звукопроводящих структур на уровне наружного, среднего и частично внутреннего уха по разработанным

методикам. Для этого были проанализированы результаты фМСКТ височной кости у 15 добровольцев без заболеваний височной кости в анамнезе, изменений по данным аудиометрии и отоскопии не было выявлено. Причем 5 добровольцам (10 серий томограмм) провели фМСКТ с помощью баллона Политцера (т.е. неспецифического раздражителя), еще 5 добровольцам (10 серий томограмм) с помощью пробы Вальсальвы (также неспецифического раздражителя) и всем 15 добровольцам (30 серий томограмм) с помощью звука (специфического раздражителя). Также всем 15 добровольцам (30 серий томограмм) провели фМСКТ слуховых труб с помощью пробы Вальсальвы.

При анализе результатов фМСКТ оценивали движения всех звукопроводящих структур у всех добровольцев. Проводили замеры максимального и минимального смещения исследуемой анатомической структуры. За амплитуду смещения брали разницу между максимальным и минимальным смещением.

Замеры максимального и минимального смещения *барабанной перепонки* производили в аксиальной проекции по центру от линии, проведенной от передней стенки до задней стенки наружного слухового прохода в месте ее прикрепления. Замеры максимального и минимального смещения рукоятки *молоточка* производили в коронарной проекции относительно линии, проведенной от передней стенки до задней стенки наружного слухового прохода. Замеры максимального и минимального смещения *длинного отростка наковальни* производили в коронарной проекции по линии, проведенной от медиальной поверхности длинного отростка наковальни до основания стремени. Замеры максимального и минимального смещения *короткого отростка наковальни* производили в аксиальной проекции по линии, проведенной от заднего края короткого отростка наковальни ко входу в пещеру.

Замеры максимального и минимального смещения *головки стремени* производили в аксиальной проекции по линии, параллельной стременной мышце. Замеры максимального и минимального смещения *основания стремени* производили в аксиальной проекции по линии, проведенной от

медialной поверхности преддверия до медialной поверхности основания стремени. В косо́й проекции нам удалось визуализировать педалирующие движения основания стремени в его верхней половине. Эти движения можно ассоциировать с открыванием дверцы кухонного духового шкафа и поэтому такие характерные движения подножной пластины стремени при визуализации с помощью фМСКТ мы решили назвать симптомом «дверцы».

При оценке стремени также уделяли внимание толщине ножек и толщине подножной пластины. *Толщину ножек стремени* измеряли в их средней трети в аксиальной проекции. Затем вычисляли среднюю величину, которая была равна  $0,29 \pm 0,04$  мм для передней ножки и  $0,35 \pm 0,05$  мм для задней ножки. При оценке *подножной пластины стремени* в аксиальной проекции измеряли ее толщину в трех точках: в передней, средней и задней третях. Затем вычисляли среднюю величину, которая была равна в передней трети  $0,49 \pm 0,07$  мм, в средней трети  $0,55 \pm 0,05$  мм, в задней трети  $0,57 \pm 0,05$  мм.

Замеры максимального и минимального расхождения суставной щели в *молоточко-наковаленном сочленении* производили в косо́й проекции. Замеры максимального и минимального расхождения суставной щели в *наковальне-стременином сочленении* производили в аксиальной проекции.

Согласно анатомическим данным, связки должны удлинняться и укорачиваться. Измерение максимального удлинения и минимального укорочения проводили вдоль *верхней связки молоточка, передней связки молоточка, задней связки молоточка*. В своих фМСКТ-исследованиях мы проводили замеры удлинений и укорочений только *заднемедialной связки наковальни*, т.к. «работу» заднелатеральной связки из-за ее малых размеров оценить затруднительно.

Согласно анатомическим данным, мышцы в фазы сокращения и расслабления должны изменяться по ширине. Измерения *стремениной мышцы* проводили на уровне средней трети ее брюшка в аксиальной проекции в фазы сокращения и расслабления. Измерения *мышцы, натягивающей барабанную перепонку* проводили также на уровне средней трети ее брюшка в косо́й проекции в фазы сокращения и расслабления.

Колебания жидких сред в преддверии и базальном завитке улитки с помощью фМСКТ нам не удалось визуализировать.

На основании вышеописанных данных, впервые полученных в мировой практике, составлена таблица средних значений подвижности и средних значений амплитуды звукопроводящих структур (таблицы №6–8).

Таблица №6.

**Результаты подвижности звукопроводящих структур с помощью баллона Политцера (n=10)**

Структура \ Значение	Среднее значение максимального смещения, М±м (мм)	Среднее значение минимального смещения, М±м (мм)	Среднее значение амплитуды, М±м (мм)
Рукоятка молоточка	0,76±0,28	0,38±0,16	0,38±0,22
Длинный отросток наковальни	3,14±0,69	2,66±0,72	0,48±0,15
Короткий отросток наковальни	1,64±0,23	1,12±0,33	0,52±0,32
Головка стремени	0,42±0,1	0,14±0,1	0,28±0,1
Основание стремени	1,13±0,45	0,72±0,48	0,41±0,11

М — среднее значение, м — стандартное отклонение.

Как видно из таблицы №7, стандартное отклонение по каждому из показателей достаточно большое (от 14 до 67%), что доказывает неточность средних значений подвижности. Это можно объяснить тем, что подвижность напрямую зависит от степени воздействия воздухом на слуховую цепь, т.е. от степени сжатия пациентом груши баллона Политцера.

Таблица №7.

**Результаты подвижности звукопроводящих структур с помощью пробы Вальсальвы (n = 10)**

Структура \ Значение	Среднее значение максимального смещения, М±м (мм)	Среднее значение минимального смещения, М±м (мм)	Среднее значение амплитуды, М±м (мм)
Рукоятка молоточка	0,51±0,38	0,29±0,19	0,22±0,2
Длинный отросток наковальни	2,42±1,37	1,94±1,16	0,48±0,31
Короткий отросток наковальни	1,26±0,7	0,89±0,56	0,37±0,3
Головка стремени	0,34±0,2	0,13±0,12	0,21±0,13
Основание стремени	0,94±0,59	0,61±0,46	0,33±0,19

М — среднее значение, м — стандартное отклонение.

Как видно из таблицы №7, стандартное отклонение по каждому из показателей обладает большой величиной (от 56 до 92%), что также доказывает недостоверность средних значений подвижности. Это можно объяснить тем, что оценку результатов фМСКТ с помощью пробы Вальсальвы значительно затрудняют артефакты от произвольных движений головы пациента при проведении исследования.

Таблица №8.

*Результаты подвижности звукопроводящих структур с помощью специфического раздражителя (n = 30)*

Структура \ Значение	Среднее значение максимального смещения, М±м (мм)	Среднее значение минимального смещения, М±м (мм)	Среднее значение амплитуды, М±м (мм)
Барабанная перепонка	0,7±0,075	0,33±0,05	0,4±0,07
Рукоятка молоточка	1,02±0,08	0,47±0,09	0,56±0,05
Длинный отросток наковальни	3,73±0,07	3,38±0,07	0,37±0,04
Короткий отросток наковальни	1,8±0,09	1,53±0,09	0,27±0,08
Головка стремени	0,48±0,04	0,2±0,04	0,25±0,05
Основание стремени	1,64±0,08	1,3±0,08	0,33±0,05
Передняя связка молоточка	1,9±0,07	1,2±0,08	0,71±0,07
Задняя связка молоточка	3,3±0,07	2,79±0,08	0,49±0,07
Верхняя связка молоточка	2,39±0,08	1,84±0,09	0,55±0,07
Заднемедиальная связка наковальни	0,57±0,05	0,23±0,05	0,34±0,05
Молоточко-наковальенное сочленение	0,56±0,05	0,1±0,07	0,45±0,05
Наковальне-стремениое сочленение	0,23±0,04	0,07±0,04	0,16±0,05
Стременная мышца	0,71±0,078	0,28±0,07	0,43±0,045
Мышца, натягивающая барабанную перепонку	1,5±0,08	0,83±0,08	0,67±0,07

М — среднее значение, м — стандартное отклонение.

Как видно из таблицы №8, стандартное отклонение по каждому из показателей находится в диапазоне от 1,9 до 12%, что свидетельствует о высокой достоверности методики проведения фМСКТ с помощью специфического раздражителя.

Хрящевую часть *слуховой трубы* на всем протяжении визуализировали в аксиальной проекции при проведении фМСКТ с помощью пробы

Вальсальвы. В просвете трубы мы измеряли ширину просвета в косо́й проекции при максимальном раскрытии и при полном смыкании в 3 точках: в области перешейка, в области хрящевой части, в области глоточного устья. Средние значения раскрытия и смыкания хрящевой части трубы на всех ее уровнях представлены в таблице №9.

Таблица №9.

**Результаты подвижности хрящевой части слуховой трубы ( $n = 30$ )**

Значение Структура	Среднее значение максимального открытия, $M \pm m$ (мм)	Среднее значение минимального открытия, $M \pm m$ (мм)	Среднее значение амплитуды, $M \pm m$ (мм)
Просвет в области перешейка	$2,83 \pm 0,07$	$0,01 \pm 0,03$	$2,02 \pm 0,12$
Просвет в хрящевой части	$4 \pm 0,09$	$0,04 \pm 0,09$	$3,31 \pm 0,35$
Просвет на уровне глоточного устья	$8,8 \pm 0,08$	$0,05 \pm 0,08$	$7,94 \pm 0,55$

$M$  — среднее значение,  $m$  — стандартное отклонение.

Как видно из таблицы №9, стандартное отклонение по каждому из показателей находится в диапазоне от 0,9 до 6%, что свидетельствует о высокой достоверности разработанной методики фМСКТ слуховых труб.

**Оценка возможностей МСКТ и фМСКТ в диагностике причин  
кондуктивной тугоухости**

Группу составили 357 пациентов (457 височных костей) с кондуктивной тугоухостью. Из них женщин — 190 (53,2%), мужчин — 167 (46,8%). Средний возраст составил  $45,3 \pm 1,47$  лет. Нозологические формы, составляющие данную группу, были представлены поражениями барабанной перепонки у 40 пациентов (11%), заболеваниями наружного уха у 43 пациентов (12%) и среднего уха у 274 пациентов (77%). Одностороннее поражение было отмечено у 257 пациентов, двустороннее поражение — у 100 пациентов. Аудиологическое исследование было проведено всем пациентам. МСКТ было проведено во всех 100% наблюдениях, фМСКТ было проведено в 120 наблюдениях. Консервативное лечение проведено 105 пациентам (146

височных костей), хирургическое лечение проведено 252 пациентам (311 височных костей).

В 47 наблюдениях (10%) на основании данных МСКТ выявили *признаки нарушения звукопроводения на уровне наружного уха*, которые представлены в таблице №10.

*Таблица №10.*

***МСКТ-признаки нарушения звукопроводения на уровне наружного уха  
(n=47)***

МСКТ-признак	Количество наблюдений	
	Абс.	%
Костное разрастание	23	49
Сужение НСП за счет отечной кожи	16	34
Тотальное нарушение просвета НСП	4	8,5
Наличие мембраны в НСП	4	8,5

Как видно из таблицы №10, признаком нарушения звукопроводения на уровне наружного уха явились костные разрастания (49%), а также сужение просвета наружного слухового прохода за счет отечной кожи (34%), нарушение просвета наружного слухового прохода (17%).

В 80 наблюдениях (18%) на основании данных МСКТ выявили *признаки нарушения звукопроводения на уровне барабанной перепонки*, которые представлены в таблице №11.

*Таблица №11.*

***МСКТ-признаки нарушения звукопроводения на уровне барабанной перепонки (n=80)***

МСКТ-признак	Количество наблюдений	
	Абс.	%
Дефект барабанной перепонки (шириной более 3 мм)	30	37
Уплотнение барабанной перепонки	19	24
Утолщение барабанной перепонки	14	18
Очаги обызвествления в барабанной перепонке	7	9
Изменения не выявлены	10	12

Как видно из таблицы №11, диагностические возможности МСКТ височной кости в 87,5% случаев позволяют выявить причины, приводящие к

нарушению звукопроводения на уровне барабанной перепонки: дефект барабанной перепонки (37%), утолщение (18%) и уплотнение (24%) барабанной перепонки, очаги обызвествления (9%).

В 363 наблюдениях получены МСКТ-признаки нарушения звукопроводения на уровне среднего уха, которые представлены в таблице №12.

Таблица №12.

**МСКТ-признаки нарушения звукопроводения на уровне среднего уха**  
(n=363)

МСКТ-признак	Количество наблюдений	
	Абс.	%
Изменения слуховых косточек и их цепи	288	79
Нарушение пневматизации полостей среднего уха	186	51
Блок костного устья слуховой трубы	75	21
Блок окон лабиринта	63	17
Изменения связочного аппарата	57	16

Количество наблюдений в таблице №12 превышает 363, т.к. патологические процессы носили сочетанный характер. Как видно из таблицы №24 наиболее частой причиной нарушения звукопроводения на уровне среднего уха были: изменения слуховых косточек и их цепи (79%), нарушение пневматизации полостей среднего уха (51%), менее частыми — блок костного устья слуховой трубы (21%), блок окон лабиринта (17%) и изменения связочного аппарата (16%). При этом средняя толщина передней ножки стремени составила  $0,86 \pm 0,08$  мм, задней ножки  $0,93 \pm 0,12$  мм, средняя толщина подножной пластины стремени составила  $1,09 \pm 0,17$  мм.

В 120 наблюдениях получены фМСКТ-признаки нарушения звукопроводения на уровне среднего уха, которые представлены в таблице №13.

При этом средняя амплитуда подвижности молоточка составила  $0,12 \pm 0,09$  мм, наковальни  $0,11 \pm 0,07$  мм, подножной пластины стремени  $0,1 \pm 0,08$  мм. Средняя амплитуда подвижности хрящевой части слуховой трубы составила  $1,13 \pm 0,358$  мм.

**ФМСКТ-признаки нарушения звукопроводения на уровне среднего уха**  
(n=120)

ФМСКТ-признак	Количество наблюдений	
	Абс.	%
Ограничение подвижности или неподвижность подножной пластины стремени (средняя амплитуда подвижности $0,1\pm 0,08$ мм)	91	76
Признаки дисфункции слуховой трубы (средняя амплитуда подвижности $1,13\pm 0,35$ мм)	19	16
Ограничение подвижности или неподвижность молоточка (средняя амплитуда $0,12\pm 0,09$ мм)	6	5
Ограничение подвижности или неподвижность наковальни (средняя амплитуда $0,11\pm 0,07$ мм)	5	4

Количество наблюдений в таблице №13 превышает 120, т.к. патологические процессы носили сочетанный характер. Как видно из таблицы №25, наиболее частой функциональной причиной нарушения звукопроводения на уровне среднего уха были: ограничение подвижности или неподвижность подножной пластины стремени (76%), признаки дисфункции слуховой трубы (16%), менее частыми — ограничение подвижности или неподвижность молоточка (5%) и ограничение подвижности или неподвижность наковальни (4%).

В группе пациентов с кондуктивной тугоухостью на основании данных МСКТ в 457 наблюдениях (100%) и фМСКТ в 120 наблюдениях (26%) получены МСКТ-признаки нарушения звукопроводения (таблица №14) и фМСКТ-признаки нарушения звукопроводения.

ФМСКТ-признаками нарушения звукопроводения у пациентов с кондуктивной тугоухостью являются: ограничение подвижности или неподвижность подножной пластины стремени (76%), признаки дисфункции слуховой трубы (16%), ограничение подвижности или неподвижность молоточка (5%) и ограничение подвижности или неподвижность наковальни (4%). Средняя амплитуда подвижности молоточка составила  $0,12\pm 0,09$  мм, наковальни  $0,11\pm 0,07$  мм, подножной пластины стремени  $0,1\pm 0,08$  мм.

Средняя амплитуда подвижности хрящевой части слуховой трубы составила  $1,13 \pm 0,35$  мм.

Таблица №14.

**МСКТ-признаки нарушения звукопроводения у пациентов с кондуктивной тугоухостью (n=457)**

МСКТ-признак	Количество наблюдений	
	Абс.	%
Наружное ухо (костные разрастания 49%, сужение НСП 34%, нарушение просвета НСП 17%)	47	10
Барабанная перепонка (дефект 37%, утолщение 18%, уплотнение 24%, очаги обызвествления 9%)	80	18
Среднее ухо (изменения слуховых косточек и их цепи 79%, нарушение пневматизации полостей среднего уха 51%, блок костного устья слуховой трубы 21%, блок окон лабиринта 17%, изменения связочного аппарата 16%) Средняя толщина передней ножки стремени $0,86 \pm 0,08$ мм, задней ножки $0,93 \pm 0,12$ мм, средняя толщина подножной пластины стремени $1,09 \pm 0,17$ мм.	363	79

Количество наблюдений в таблице №14 превышает 457 (100%), т.к. патологические процессы носили сочетанный характер. В группе пациентов с кондуктивной тугоухостью с помощью МСКТ были выявлены причины нарушения звукопроводения на уровне наружного уха в 10%, на уровне барабанной перепонки — в 18%, на уровне среднего уха — в 79%.

Консервативное лечение проведено 105 пациентам (146 височных костей), хирургическое лечение проведено 252 пациентам (311 височных костей). Чувствительность и специфичность МСКТ и фМСКТ в диагностике причин кондуктивной тугоухости представлена в таблице №15.

Таблица №15.

**Статистические показатели МСКТ и фМСКТ в диагностике причин нарушения звукопроводения у пациентов с кондуктивной тугоухостью**

Показатель	МСКТ, %	фМСКТ, %	МСКТ+фМСКТ, %
Чувствительность	95,2	95,9	96,8
Специфичность	98,03	98,3	99,1
Точность	97,1	97,5	97,7

Как видно из таблицы №15, чувствительность, специфичность и точность МСКТ в выявлении причин кондуктивной тугоухости составляют 95,2%, 98,03% и 97,1%, соответственно; чувствительность, специфичность и точность фМСКТ составляют 95,9%, 98,3% и 97,5%, соответственно. Суммарная чувствительность, специфичность и точность МСКТ и фМСКТ в выявлении причин кондуктивной тугоухости составляет 96,8%, 99,1% и 97,7%, соответственно. МСКТ позволяет выявить причины кондуктивной тугоухости, фМСКТ дополняет данные стандартной МСКТ. Совместно же данные повышают качество диагностики причин кондуктивной тугоухости на каждом конкретном этапе звукопроводения.

#### **Возможности МСКТ и фМСКТ в диагностике причин смешанной тугоухости**

Группу составили 167 пациентов со смешанной тугоухостью (196 височных костей). Из них женщин — 93 (56%), мужчин — 74 (44%). Средний возраст составил  $46,3 \pm 1,22$  лет. Наиболее частыми нозологическими формами были состояние после санирующей операции (29%), отосклероз (22%), дигиенция полукружного канала (20%). У 138 пациентов патологический процесс носил односторонний характер, у 29 пациентов двусторонний характер. МСКТ было проведено во всех 196 наблюдениях, фМСКТ — в 34. Консервативное лечение проведено у 71 пациента (74 височные кости), хирургическое лечение — 85 пациентов (111 височных костей).

Суммарное количество наблюдений в этой главе превышает 196, т.к. патологические процессы носили сочетанный характер. Смешанная тугоухость представляет собой комбинацию кондуктивной тугоухости с поражением внутреннего уха. Т.к. мы уже рассмотрели основные причины кондуктивной тугоухости по данным МСКТ и фМСКТ, далее рассмотрим только причины, вызывающие нарушение звуковосприятия.

В 63 наблюдениях (32%) по данным МСКТ были выявлены очаги отосклероза, которые были локализованы около базального завитка (30%), в области окна улитки (24%), около среднего (17%) и апикального (13%)

завитков, в капсуле улитки в виде «кольца» (13%) и около стенок внутреннего слухового прохода (11%). Средняя толщина подножной пластины стремени составила  $1,11 \pm 0,08$  мм. По данным фМСКТ средняя амплитуда подвижности подножной пластины стремени составила  $0,12 \pm 0,06$  мм.

Состояние после санирующей операции, выявленное в 24% (48 наблюдений), обуславливает нарушение звуковосприятия. Пневматизированная полость была выявлена в 11 наблюдениях (23%), с признаками рецидива и наличием кариеса — в 37 наблюдениях (77%).

Фистула лабиринта, как причина нарушения звуковосприятия, была выявлена в 13% (25 наблюдений). Наиболее частая локализация фистул отмечена в горизонтальном полукружном канале (68%), вертикальном полукружном канале (8%) и улитке (8%), в 16% были выявлены признаки формирующейся фистулы.

Дигисценцию одного из полукружных каналов, как одной из причины смешанной тугоухости, отметили в 37 наблюдениях (19%). Дигисценцию вертикального полукружного канала отметили в 21 наблюдении (57%). Дигисценцию заднего полукружного канала отметили в 16 наблюдениях (43%). Дигисценцию горизонтального полукружного канала в своей работе мы не встретили.

Расширение водопроводов лабиринта выявили в 27 наблюдениях (14%), причем в 15 наблюдениях (8%) отметили расширение воронки водопровода преддверия, в 12 наблюдениях (6%) отметили расширение воронки водопровода улитки.

В 7 наблюдениях (4%) (пациенты с хроническим гнойный средним отитом (4 наблюдения), в том числе осложненным холестеатомой (3 наблюдения) в момент проведения МСКТ височных костей нам не удалось увидеть причины, вызывающие нарушение звуковосприятия, в рамках смешанной тугоухости. Это можно объяснить интоксикацией лабиринта у пациентов с хроническими воспалительными процессами в среднем ухе,

токсическим повреждением лабиринта при приеме ототоксичных лекарств, сосудистыми изменениями. В силу особенностей метода МСКТ не может выявить изменения, характерные для вышеперечисленных причин, что требует направления таких больных на дополнительные методы исследования, такие как МРТ.

Резюмируя вышесказанное, в группе 167 пациентов (196 височных костей) на основании данных МСКТ выявили признаки причин, обуславливающих нейросенсорный компонент смешанной тугоухости (таблица №16).

*Таблица №16.*

***МСКТ-признаки нарушения звуковосприятия (n=196)***

МСКТ-признак	Количество наблюдений	
	Абс.	%
Очаги отосклероза	63	32
Состояние после санлирующей операции	48	24
Дигенция полукружного канала	37	19
Фистула лабиринта	25	13
Расширение водопровода преддверия	15	8
Расширение водопровода улитки	12	6
Остальные причины	7	4

Количество наблюдений в таблице №16 превышает 196, т.к. патологические процессы носили сочетанный характер. Как видно из таблицы №16, диагностические возможности МСКТ височной кости позволяют выявить спектр причин, приводящих к нарушению звуковосприятия при смешанной тугоухости: очаги отосклероза в капсуле лабиринта (32%), состояние после санлирующей операции в том числе с рецидивом воспалительных изменений (24%), дигенция одного из полукружных каналов (19%), расширение водопроводов лабиринта (14%), фистула лабиринта (13%).

В группе 167 пациентов (196 височных костей) со смешанной тугоухостью было оперировано 85 пациентов (111 височных костей). Консервативное лечение проведено у 71 пациентов (74 височные кости),

после которого пациенты жалоб не предъявляли. Чувствительность МСКТ в диагностике причин смешанной тугоухости составляет 89,7%, специфичность — 96,2%, точность — 93,2%. Чувствительность фМСКТ у пациентов со смешанной тугоухостью составляет 94,1%, специфичность 97,7%, точность 96,3%. Суммарная чувствительность МСКТ (включая фМСКТ) в диагностике причин смешанной тугоухости составляет 90,4%, специфичность — 96,4%, точность — 93,8%. Данные МСКТ позволили провести контроль после санирующей операции и на этом основании сформулировать показания для реоперации. МСКТ также выявила утолщение подножной пластины стремени, фМСКТ оценивала его подвижность. Применение фМСКТ при смешанной тугоухости позволило уточнить детали нарушения звукопроводения в рамках смешанной тугоухости.

### **Роль МСКТ и фМСКТ в оценке состояния протеза стремени**

Для определения роли КТ в оценке состояния протеза стремени после стапедопластики исследовано 89 пациентов (103 височных костей). Из них 52 пациента (66 височных костей) имели удовлетворительный функциональный результат, у 21 пациента (21 височная кость) был неудовлетворительный функциональный результат (нарушение звукопроводения), 16 пациентов (16 височных костей) при неудовлетворительном функциональном результате имели нарушение звуковосприятия. Оценку протеза стремени проводили с помощью стандартного протокола МСКТ-исследования, а фМСКТ — по разработанной методике (патент РФ на изобретение №2452392 «Способ динамической мультиспиральной компьютерно-томографической диагностики отосклероза у пациентов, перенесших стапедопластику»). Сроки выполнения диагностических процедур находились в диапазоне от 6 суток до 30 лет после стапедопластики. 33 пациентам (33 височные кости) провели повторную стапедопластику.

Всем 52 пациентам (66 височных костей), перенесшим стапедопластику (односторонняя у 37 пациентов, двусторонняя у 14 пациентов) и имевшим удовлетворительный функциональный результат по

данным аудиологического исследования. МСКТ провели во всех 66 наблюдениях, фМСКТ — в 25. Титановый протез (38 височных костей) выглядел рентгеноконтрастным, четко визуализировалась его петля и колбочка (или проксимальный конец). Тefлоновый протез (28 височных костей) выглядел менее рентгеноконтрастным, четко визуализировался в пневматизированной барабанной полости.

Длина протеза по данным МСКТ соответствовала реальной в 57%, в 43% отмечено несоответствие размеров в пределах 0,1 мм.

По данным МСКТ выявлено, что в 60 (91%) наблюдениях протез располагался между стенками ниши овального окна (расстояние до стенок 0,4-0,5 мм), в 2 (3%) наблюдениях — смещен к передней стенке ниши, а в 4 (6%) — к задне-нижней стенке ниши. При фМСКТ была выявлена подвижность смещенных протезов, а по данным аудиологического исследования была отмечена положительная динамика.

За амплитуду движения протеза мы принимали разницу расстояний между максимальным смещением и минимальным смещением. Амплитуда движения протеза стремени находилась в диапазоне от 0,3 мм до 0,8 мм ( $0,56 \pm 0,12$  мм). Захождение протеза стремени в преддверие измеряли в косокоронарной проекции при максимальном смещении от медиальной поверхности стремени до проксимального конца протеза. Протез стремени заходил от 0,1 мм до 1,5 мм, среднее значение составило  $0,85 \pm 0,38$  мм.

У 21 пациента с неудовлетворительным функциональным результатом после стапедопластики с помощью МСКТ выявлены причины, вызывающие нарушение звукопроводения: ослабление и смещение петли протеза стремени с длинного отростка наковальни (33%), реоблитерация из-за рецидива отосклероза (24%), комбинация ослабления петли протеза и рецидива отосклероза (24%), наличие костных отломков и рубцов в нише окна преддверия (9,5%), некроз длинного отростка наковальни (9,5%).

ФМСКТ у пациентов с нарушением звукопроводения после стапедопластики в 100% наблюдений позволила неинвазивно и наглядно

доказать неподвижность протеза: амплитуда подвижности протеза составила 0 мм.

Всем пациентам с нарушением звукопроводения была выполнена повторная стапедопластика, которая в одном случае не подтвердила данные фМСКТ вследствие артефактов от движения головы пациента. Чувствительность, специфичность и точность МСКТ, фМСКТ и их общие показатели приведены в таблице №17.

*Таблица №17.*

***Статистические показатели МСКТ и фМСКТ в выявлении причин нарушения звукопроводения после стапедопластики***

	МСКТ, %	фМСКТ, %	МСКТ + фМСКТ, %
<b>Чувствительность</b>	85,7	96,7	97,3
<b>Специфичность</b>	95,1	98,9	99,1
<b>Точность</b>	90,2	97,7	98,2

Как видно из таблицы №17, фМСКТ обладает более высокими показателями чувствительности и специфичности, в сравнении с МСКТ, в диагностике причин нарушения звукопроводения после стапедопластики, а также позволяет неинвазивно и существенно дополнить данные МСКТ. В сумме же МСКТ и фМСКТ повышают точность диагностики причин неэффективности стапедопластики и позволяют определить показания для реоперации.

У 16 пациентов с неудовлетворительным функциональным результатом после стапедопластики с помощью МСКТ выявлены причины, вызывающие нарушение звуковосприятия: неадекватная длина установленного протеза (37,5%), ослабление петли и смещение протеза в преддверие (25%), выпрямление петли и смещение протеза в преддверие (12,5%), костный отломок в преддверии (12,5%). Однако, в 2 наблюдениях (12,5%) по данным МСКТ изменения не были выявлены.

Получены показатели чувствительности, специфичности и точности МСКТ в выявлении причин нарушения звуковосприятия после стапедопластики, которые соответственно составили 85,7%, 95,1% и 90,2%.

ФМСКТ у пациентов с нарушением звуковосприятия позволила выявить глубокое захождение именно при функциональной пробе: у 6 пациентов (37,5%) среднее захождение протеза в преддверие составило  $2,01 \pm 0,11$  мм, амплитуда при этом не была изменена, что доказывало неадекватную длину установленного протеза; у 6 пациентов (37,5%) среднее захождение протеза в преддверие составило  $2,05 \pm 0,13$  мм, а амплитуда была равна 0 мм, т.е. из-за раскрытия петли протез сместился в преддверие. У 4 пациентов (25%) изменений амплитуды подвижности и захождения протеза относительно референсного значения выявлено не было.

14 пациентам с нарушением звуковосприятия из 16 была сделана повторная стапедопластика. Чувствительность, специфичность и точность МСКТ, фМСКТ и их общие показатели приведены в таблице №18.

*Таблица №18.*

***Статистические показатели МСКТ и фМСКТ в выявлении причин нарушения звуковосприятия после стапедопластики***

	МСКТ, %	фМСКТ, %	МСКТ + фМСКТ, %
Чувствительность	83,2	93,1	94,7
Специфичность	92,7	97,2	97,9
Точность	89,7	95,8	96,7

Как видно из таблицы №18, фМСКТ позволяет неинвазивно и в ряде случаев дополнить данные МСКТ у пациентов с нарушением звуковосприятия после стапедопластики. В сумме же МСКТ и фМСКТ повышают точность диагностики причин нарушения звуковосприятия после стапедопластики, позволяют определить показания для реоперации, либо проводить дальнейшие исследования.

**Возможности МСКТ и фМСКТ в определении тактики ведения, планировании хирургического лечения, в том числе при стапедопластике**

Для изучения возможностей МСКТ и фМСКТ в определении тактики ведения проанализировали данные всех 548 пациентов. Для определения

роли МСКТ и фМСКТ в планировании хирургического вмешательства — данные 372 пациентов, в том числе данные 78 пациентов (134 височные кости) для определения роли МСКТ и фМСКТ в планировании стапедопластики.

Определение тактики ведения. Из всех 548 пациентов (677 височных костей) на основании данных МСКТ и фМСКТ тактика ведения была изменена у 87 пациентов (15,9%). Консервативное лечение было проведено у 176 пациентов (220 височных костей), причем у 18 пациентов (10,2%) тактика была изменена с хирургической на консервативную. Хирургическое лечение было проведено у 372 пациентов (457 височных костей), причем у 69 пациентов (18,6%) были выявлены показания для хирургического вмешательства и тактика была изменена с консервативной на хирургическую.

Определение хирургической тактики. Перед проведением МСКТ и фМСКТ височных костей у 73 пациентов по данным отоскопии барабанная перепонка была интактна, по данным аудиограммы была выявлена кондуктивная тугоухость (65%) или смешанная тугоухость с кондуктивным компонентом (35%), предварительным диагнозом являлся «отосклероз» и запланирована была стапедопластика.

У 47 пациентов (64,4%) при проведении МСКТ и фМСКТ диагноз «отосклероз» подтвердился и пациентам провели стапедопластику. У 12 пациентов (16%) на основании данных МСКТ и фМСКТ диагноз «отосклероз» не подтвердился, был выявлен разрыв слуховой цепи и проведена ossiculoplastика вместо запланированной стапедопластики. У 9 пациентов (12%) диагноз «отосклероз» также не подтвердился, установлен диагноз «тимпаносклероз», пациентам вместо запланированной стапедопластики провели аттикотомию с тимпанопластикой. У 5 пациентов (7%) диагноз «отосклероз» не подтвердился, установлен диагноз «адгезивный средний отит», пациентам провели рассечение спаек.

Из 73 пациентов на основании данных МСКТ и фМСКТ височных костей у 26 пациентов (35,6%) удалось изменить планируемую тактику

хирургического вмешательства на более оптимальную, что составляет 7% от 372 пациентов с проведенным хирургическим вмешательством и 4,7% от 548 пациентов, которым провели лечение.

Дооперационный способ прогнозирования стапедопластики

Дооперационный способ прогнозирования стапедопластики провели у 37 пациентов (63 височные кости) с отосклерозом. 11 пациентов имели одностороннее поражение, 26 — двустороннее. Полученные при МСКТ данные сравнивали с протоколами стапедопластики, которая была проведена у всех пациентов данной подгруппы (63 височные кости).

Нами впервые разработан протокол МСКТ-исследования височных костей перед операцией на стремене (патент РФ на изобретение №2491879 «Способ прогнозирования стапедопластики»), который был применен в 100% наблюдений. Протокол включал следующие критерии оценки области предстоящего воздействия:

Наличие (степень) нависания канала лицевого нерва над окном преддверия оценивали в косой проекции по измерению угла между подножной пластиной стремени и верхней стенкой ниши окна преддверия. При значении  $\geq 90^\circ$  считали, что нависания нет — 49 наблюдений (78%). При значении  $\leq 90^\circ$  считали, что нависание есть — 14 наблюдений (22%).

Целостность канала лицевого нерва оценивали на основании отсутствия наличия дефектов в костной стенке. Наличие дефекта размером до 6 мм в костной стенке канала (протрузия) отметили в 6 наблюдениях (9%).

Наличие (степень) нависания промонториальной стенки над окном преддверия оценивали в косой проекции по измерению угла между подножной пластиной стремени и нижней стенкой ниши окна преддверия. При значении  $\geq 90^\circ$  считали, что нависания нет — 54 наблюдений (86%). При значении  $\leq 90^\circ$  считали, что нависание есть — 9 наблюдений (14%).

Измерения ширины ниши окна преддверия проводили в косой проекции по трем замерам:

- 1) линия, проведенная по подножной пластине стремени;

2) линии, проведенная в середине ниши окна преддверия и строго параллельная 1-ой линии;

3) линии, проведенная на «выходе» ниши окна преддверия и строго параллельная 1-ой и 2-ой линиям;

При значении  $\geq 1$  мм, 1,5 мм и 1,9 мм соответственно линиям считали, что ниша окна преддверия широкая — 45 наблюдений (71%). При значении  $\leq 1$  мм, 1,5 мм и 1,9 мм соответственно линиям считали, что ниша окна преддверия узкая — 18 наблюдений (29%).

Форма ниши окна преддверия складывалась на суммации полученных вышеперечисленных данных: наличии нависания канала лицевого нерва и промонторальной стенок, а также ширины ниши. Прямоугольная форма была отмечена в 18 наблюдениях (29%), трапецевидная — в 32 наблюдениях (51%), треугольная — в 13 наблюдениях (20%).

Толщину подножной пластины стремени измеряли в аксиальной проекции по трем замерам: в передней части подножной пластины, на уровне прикрепления передней ножки стремени; в средней части подножной пластины; в задней части подножной пластины, на уровне прикрепления задней ножки стремени.

При значении  $\leq 0,8$  мм, 0,9 мм и 1 мм соответственно линиям считали, что толщина подножной пластины стремени не создает дополнительных трудностей — 32 наблюдения (51%). При значении  $\geq 0,8$  мм, 0,9 мм и 1 мм соответственно линиям, считали, что подножная пластина стремени утолщена и соответственно создаст дополнительные трудности — 31 наблюдение (49%).

Толщину ножек стремени измеряли на аксиальном срезе в их средней части. При значении толщины  $\leq 0,6$  мм считали, что ножки не утолщены — 52 наблюдения (83%). При значении толщины  $\geq 0,6$  мм считали, что ножки утолщены — 11 наблюдений (17%).

Критическое расстояние до внутренней стенки преддверия измеряли в косой проекции по линии, которая перпендикулярна подножной пластине

стремени и проведена от ее внутренней поверхности до внутренней стенки преддверия. При расстоянии  $\geq 2$  мм трудности не предполагали — 58 наблюдений (92%). При расстоянии  $\leq 2$  мм требовалась особая осторожность при проведении платинотомии или стапедэктомии — 5 наблюдений (8%).

Во всех 63 наблюдениях была проведена стапедопластика по предварительно проведенному протоколу. На основании вышеизложенного мы разработали таблицу определения категории сложности стапедопластики (таблица №19).

Таблица №19.

Таблица определения категории сложности стапедопластики

Категория	0 Риск отсутствует	1 Риск есть	2 Риск высокий
<b>МСКТ-критерии</b>			
Стенка канала лицевого нерва	$\geq 90^\circ$	от $80^\circ$ до $90^\circ$	$\leq 80^\circ$
Промониторная стенка	$\geq 90^\circ$	от $80^\circ$ до $90^\circ$	$\leq 80^\circ$
Ширина ниши окна преддверия (разница между проксимальной и дистальной высотой)	$\geq 0,5$ мм	0–0,5 мм	$\leq 0$ мм
Форма ниши окна преддверия	Трапецевидная, прямоугольная	Прямоугольная, трапецевидная	Треугольная
Максимальная толщина подножной пластины стремени	$\leq 1$	От 1 мм до 1,5 мм	$\geq 1,5$ мм
Максимальная толщина ножек стремени	$\leq 0,6$ мм	$\geq 0,6$ мм	$\geq 1$ мм
Критическое расстояние до внутренней стенки преддверия	$\geq 2$ мм	$\leq 2$ мм	$\leq 1,5$ мм
Наличие протрузии лицевого нерва	–	+	+
Наличие расширения водопровода улитки или преддверия	–	+	+

Если все показатели попадали в графу с категорией «0», то мы считали, что риска нет. Если хотя бы один из показателей попадал в графу с категорией «1» — риск есть. И в случае если один из показателей попадал в графу с категорией «2» — риск особенно высокий. Чувствительность МСКТ височных костей по разработанному протоколу составила 95,24%, специфичность — 98,4%, точность — 96,79%. Разработанный протокол МСКТ-исследования височных костей перед операцией на стремени позволил определить на дооперационном этапе правильную хирургическую тактику,

провести тщательную подготовку к операции и, как следствие, получить хороший функциональный результат, а также избежать частых в подобных случаях интраоперационных осложнений.

Дооперационный расчет длины протеза стремени. Дооперационный расчет длины протеза стремени провели у 41 пациента (71 височная кость). Во всех 100% наблюдений перед стапедопластикой выполнено фМСКТ височных костей и рассчитана длина протеза согласно нашей формуле. Полученные при фМСКТ по формуле данные сравнивали с протоколами стапедопластики, которая была проведена у всех пациентов данной подгруппы (71 височная кость).

Нами впервые разработан протокол неинвазивной дооперационной оценки длины протеза стремени (патент РФ на изобретение №2452391 «Способ динамического мультиспирально-компьютерного томографического дооперационного определения длины протеза стремени при хирургическом лечении отосклероза»). После получения изображений в динамическом режиме в косой проекции измеряли расстояние от медиальной поверхности длинного отростка наковальни до медиальной поверхности подножной пластины стремени и прибавляли 0,35 мм. Т.к. петля протеза стремени фиксируется на длинном отростке наковальни, то соответственно, амплитуда протеза стремени будет идентична амплитуде длинного отростка наковальни в норме, т.е. 0,35 мм. Средняя длина протеза стремени, рассчитанная по предложенной формуле, составила  $4,41 \pm 0,28$  мм. Среднее значение расстояния от медиальной поверхности длинного отростка наковальни до медиальной поверхности подножной пластины стремени составило  $4,06 \pm 0,28$  мм.

На основании полученных результатов данной работы был составлен алгоритм обследования пациентов с помощью МСКТ и фМСКТ в зависимости от вида тугоухости (рис. 1).



*Рис. 1. Алгоритм КТ-диагностики патологических изменений височной кости при кондуктивной и смешанной формах тугоухости*

## ВЫВОДЫ

1. Разработанная методика фМСКТ подвижных структур среднего уха при раздражении специфическим раздражителем на частоте 1000 Гц и интенсивностью, на 20 дБ превышающей пороговую, а также разработанная методика фМСКТ слуховых труб с пробой Вальсальвы являются объективными и высокоэффективными методами оценки функционального состояния звукопроводящих структур.

2. Разработанные фМСКТ-критерии подвижных структур среднего уха при неизменном состоянии позволяют надежно подтверждать наличие патологических процессов в среднем ухе. При неизменном состоянии средняя амплитуда подвижности рукоятки молоточка  $0,56 \pm 0,05$  мм, средняя амплитуда подвижности длинного отростка наковальни  $0,37 \pm 0,04$  мм,

средняя амплитуда подвижности основания стремени  $0,33\pm 0,05$  мм, средняя амплитуда подвижности молоточко-наковаленного сочленения  $0,45\pm 0,05$  мм, средняя амплитуда подвижности наковальне-стременного сочленения  $0,16\pm 0,05$  мм, средняя амплитуда подвижности хрящевой части слуховой трубы  $3,31\pm 0,35$  мм.

3. Применение МСКТ позволяет определить уровень и характер изменений на каждом из этапов звукопроведения с показателями чувствительности — 95,2%, специфичности — 98,03%, точности — 97,1%. фМСКТ-критериями кондуктивной тугоухости являются: ограничение подвижности или неподвижность подножной пластины стремени (76%), признаки дисфункции слуховой трубы (16%), ограничение подвижности или неподвижность молоточка (5%) и ограничение подвижности или неподвижность наковальни (4%). Чувствительность фМСКТ в диагностике причин кондуктивной тугоухости составила 95,9%, специфичность — 98,3%, точность — 97,5%. Общая чувствительность (МСКТ и фМСКТ) в диагностике причин кондуктивной тугоухости составила 96,8%, специфичность — 99,1%, точность — 97,7%.

4. Применение МСКТ при смешанной тугоухости позволяет выявить лишь ряд причин, обуславливающих нарушение звуковосприятия: очаги отосклероза в капсуле лабиринта (32%), провести контроль после санирующей операции (24%), фистулы лабиринта (13%), дигисценции полукружных каналов (19%), расширение водопроводов лабиринта (14%). Применение фМСКТ при смешанной тугоухости носит уточняющий характер: позволяет уточнить особенности подвижности стремени при смешанной или кохлеарной формах отосклероза. Чувствительность МСКТ в диагностике причин смешанной тугоухости составила 89,7%, специфичность — 96,2%, точность — 93,2%. Чувствительность фМСКТ в диагностике причин смешанной тугоухости составила 94,1%, специфичность — 97,7%, точность — 96,3%. Общая чувствительность МСКТ и фМСКТ в диагностике причин смешанной тугоухости составила 90,4%, специфичность — 96,4%, точность — 93,8%.

5. Разработанный способ прогнозирования стапедопластики с помощью МСКТ позволяет определить на дооперационном этапе правильную хирургическую тактику, получить хороший функциональный результат, а также избежать интраоперационных осложнений. Чувствительность разработанного способа — 95,24%, специфичность — 98,4%, точность — 96,79%. Разработанная формула определения длины протеза стремени на дооперационном этапе с помощью фМСКТ позволяет адекватно выбрать протез стремени, избежать вестибулярных расстройств, обусловленных неадекватной длиной протеза. Комплексное применение МСКТ и фМСКТ на дооперационном этапе позволяет выбрать оптимальную тактику ведения пациентов в 15,9% случаев, у пациентов с кондуктивной или смешанной тугоухостью и интактной барабанной перепонкой изменять запланированную тактику хирургического вмешательства на более оптимальную в 35,6% случаев.

6-1. ФМСКТ позволяет надежно определять функциональное состояние протеза стремени. Фиксированное положение петли протеза на длинном отростке, расположение проксимального конца протеза в окне преддверия с захождением в преддверие на  $0,85 \pm 0,38$  мм и амплитудой подвижности проксимального конца протеза равной  $0,56 \pm 0,12$  мм соответствуют удовлетворительному функциональному результату.

6-2. У пациентов после стапедопластики с неудовлетворительным функциональным результатом и признаками нарушения звукопроводения по данным МСКТ являются ослабление и смещение петли протеза стремени с длинного отростка наковальни (33%), ослабление петли протеза (14%), рецидив отосклероза (14%), наличие костных отломков и рубцов в нише окна преддверия (9,5%), некроз длинного отростка наковальни (9,5%). Данные фМСКТ позволяют выявить неподвижность протеза (амплитуда 0 мм), и соскальзывание петли с длинного отростка (33%). Чувствительность МСКТ в диагностике причин нарушения звукопроводения у пациентов после стапедопластики составила 85,7 %, специфичность — 95,1%, точность — 90,2%. Чувствительность фМСКТ в диагностике причин нарушения

звукопроведения у пациентов после стапедопластики составила 96,7%, специфичность — 98,9%, точность — 97,7%. Общая чувствительность (МСКТ и фМСКТ) в диагностике причин нарушения звукопроведения у пациентов после стапедопластики составила 97,3%, специфичность — 99,1%, точность — 98,2%.

6-3. У пациентов после стапедопластики с неудовлетворительным функциональным результатом и признаками нарушения звуковосприятия по данным МСКТ является смещение протеза в преддверие (37,5%), наличие костных отломков в преддверии (12,5%). Данные ФМСКТ доказывают неадекватную длину протеза (37,5%), наглядно показывая его слишком глубокое захождение в преддверие при функциональной пробе ( $2,02 \pm 0,16$  мм). Чувствительность МСКТ в диагностике причин нарушения звуковосприятия у пациентов после стапедопластики составила 83,2%, специфичность — 92,7%, точность — 89,7%. Чувствительность фМСКТ в диагностике причин нарушения звуковосприятия у пациентов после стапедопластики составила 93,1%, специфичность — 97,2%, точность — 95,8%. Общая чувствительность (МСКТ и фМСКТ) в диагностике причин нарушения звуковосприятия у пациентов после стапедопластики составила 94,7%, специфичность — 97,9%, точность — 96,7%.

7. Разработанный алгоритм применения МСКТ и фМСКТ объективно отражает диагностическую тактику в зависимости от типа тугоухости, в том числе с учетом оперированного ранее уха, позволяет уточнить диагноз, изменить тактику лечения, исключить эксплоративные вмешательства.

## **ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

1. Данные МСКТ и фМСКТ, доказывающие наличие причин, вызывающих нарушение звукопроведения и звуковосприятия, в сочетании с аудиометрическими данными должны использоваться для определения дальнейшей тактики ведения пациента, определения показаний для хирургического вмешательства.

2. При наличии кондуктивной тугоухости, особенно при целой барабанной перепонке, данные МСКТ и фМСКТ височных костей

необходимо использовать в проведении объективной дифференциальной диагностики и дальнейшего выбора тактики хирургического лечения.

3. При наличии смешанной тугоухости проведение МСКТ показано для исключения кохлеарного и смешанного отосклероза, рецидива в полости после санирующей операции, фистулы лабиринта, дигиенции полукружных каналов, расширения водопроводов преддверия и улитки.

4. Перед стапедопластикой данные МСКТ должны быть использованы в планировании хирургического лечения для прогнозирования стапедопластики, т.к. позволяют отоларингологу-хирургу досконально изучить анатомию зоны предстоящего воздействия и снизить риск интра- и послеоперационных осложнений

5. Перед стапедопластикой целесообразно выполнять дооперационный расчет длины протеза стремени с помощью фМСКТ, используя формулу: к расстоянию от длинного отростка наковальни до медиальной поверхности подножной пластинки стремени прибавляют толщину подножной пластинки и поправку в 0,35 мм.

6. Методика фМСКТ, помимо МСКТ, должна использоваться при оценке протеза стремени, особенно для выявления причин неудовлетворительного функционального результата.

7. При подозрении на дисфункцию слуховой трубы целесообразно использовать только фМСКТ.

## СПИСОК ПЕЧАТНЫХ РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. **Bodrova I.V.**, Fominykh E.V., Gagarina N.B., Mukhamatullina E.Z. First Experience with the 320-Row Detector in Otology // *Vision, Netherlands*. — 2010. — Vol. 16. — P. 34–38.
2. **Бодрова И.В.**, Русецкий Ю.Ю., Кулакова Л.А., Лопатин А.С., Терновой С.К. Первые результаты функциональной мультиспиральной компьютерной томографии звукопроводящих структур среднего уха // *Кубанский научный медицинский вестник*. — 2010. — Т. 120 — №6. — С. 6–10.
3. **Bodrova I.**, Rusetskiy Y., Latysheva E., Ternovoy S., Lopatin A. First results of functional multispiral computed tomography // 1<sup>st</sup> Congress of CE-ORL-HNS. — HNS: Abstracts. — Barcelona, Spain, 2011. — P. 50.

4. **Бодрова И.В.**, Русецкий Ю.Ю., Кулакова Л.А., Лопатин А.С., Терновой С.К. Функциональная мультиспиральная компьютерная томография звукопроводящих структур среднего уха // **Вестник оториноларингологии**. — 2011. — №3. — С. 36–40.

5. Кулакова Л.А., **Бодрова И.В.**, Лопатин А.С., Терновой С.К. Возможности мультиспиральной компьютерной томографии в выявлении анатомических и топографических особенностей структур среднего уха в области окна преддверия перед операцией на стремени // **Вестник оториноларингологии**. — 2012. — №2. — С. 18–22.

6. Латышева Е.Н., Русецкий Ю.Ю., **Бодрова И.В.**, Лопатин А.С. Состояние протеза стремени по данным функциональной мультиспиральной компьютерной томографии // **Вестник оториноларингологии**. — 2012. — №2. — С. 23–26.

7. Кулакова Л.А., **Бодрова И.В.** Наблюдение наследственного (юношеского) отосклероза (клинический пример) // **Вестник оториноларингологии**. — 2012. — №2. — С. 69–70.

8. Кулакова Л.А., Трякина Е.Г., **Бодрова И.В.** Успешное хирургическое лечение фистулы лабиринта на единственно слышащем ухе (клинический пример) // **Вестник оториноларингологии**. — 2012. — №2. — С. 71–72.

9. Русецкий Ю.Ю., Латышева Е.Н., Лопатин А.С., **Бодрова И.В.** Использование функциональной мультиспиральной компьютерной томографии для дифференциальной диагностики отосклероза и врожденной аномалии внутреннего и среднего уха (клинический пример) // **Вестник оториноларингологии**. — 2012. — №2. — С. 76–78.

10. Лопатин А.С., Русецкий Ю.Ю., **Бодрова И.В.**, Латышева Е.Н. Результаты функциональной мультиспиральной компьютерной томографии височной кости у пациентов после стапедопластики // **ЛОР практика**. — 2012. — №1. — С. 33–35.

11. **Бодрова И.В.**, Добротин В.Е., Кулакова Л.А., Фоминых Е.В., Покозий И.Ю., Лопатин А.С. Кондуктивная тугоухость, обусловленная нарушением функции слуховой трубы, по данным функциональной МСКТ // **Вестник рентгенологии и радиологии**. — 2012. — №1. — С. 4–8.

12. **Bodrova I.** The Functional MSCT of the Middle Ear Mobile Structures Is New Noninvasive Objective Diagnostics Method // 98<sup>th</sup> Scientific Assembly and Annual Meeting of RSNA: Abstracts. — Chicago, USA, 2012. — SSM15-01. — URL: <http://archive.rsna.org/2012/12036455.html>.

13. **Бодрова И.В.**, Кулакова Л.А. Уточнение анатомо-топографических особенностей области окна преддверия перед стапедопластикой по данным мультиспиральной компьютерной томографии // **Бюллетень сибирской медицины**. — 2012. — Т. 11. — №5. — С. 39–44.

14. **Бодрова И.В.**, Кулакова Л.А., Латышева Е.Н., Терновой С.К., Лопатин А.С., Русецкий Ю.Ю. Функциональная мультиспиральная компьютерная томография в дифференциальной диагностике

отосклероза // **Бюллетень сибирской медицины.** — 2012. — Т. 11. — №5. — С.23—24.

15. Кулакова Л.А., **Бодрова И.В.**, Лопатин А.С., Терновой С.К. Функциональная мультиспиральная компьютерная томография височных костей — реальная альтернатива диагностической тимпанотомии // **Российская оториноларингология.** — 2012. — №5 (60). — С. 71–76.

16. Latysheva E.N., Lopatin A.S., Rusetskiy Yu.Yu., **Bodrova I.V.** Functional multispiral computed tomographic imaging of stapes prosthesis // 2<sup>nd</sup> Meeting of European Academy of ORL-HNS and CEORL-HNS: Abstracts. Nice, France, 2013. — P016.

17. Латышева Е.Н., Лопатин А.С., Русецкий Ю.Ю., **Бодрова И.В.** Функциональная мультиспиральная компьютерная томография структур среднего уха пациентов после стапедопластики // **Кремлевская медицина. Клинический вестник.** — 2013. — №1. — С. 14–17.

18. **Bodrova I.**, Kulakova L., Ternovoy S., Lopatin A. MSCT-criteria for assessment of the temporal bone structures for successful stapes surgery // 26<sup>th</sup> Congress and Refresher Course of ESHNR: Abstracts. — Izmir, 2013. — P. 58–59.

19. **Bodrova I.**, Kulakova L., Gagarina N.V., Ternovoy S.K., Fominykh E., Lopatin A. MSCT-Criteria for Assessment of the Temporal Bone Structures before Stapes Surgery // 99<sup>th</sup> Scientific Assembly and Annual meeting of RSNA: Abstracts — Chicago, USA, 2013. — LL-NRS-SU3B. — URL: <http://archive.rsna.org/2013/13044346.html>.

20. Kulakova L., Lopatin A., **Bodrova I.**, Ereemeeva K Diagnosis of the causes of conductive hearing loss in intact eardrum // 20th IFOS World Congress, Seoul, South Korea. — 2013. — EP454.

21. A.S. Lopatin, **I.V. Bodrova**, S.K. Ternovoy, E.N. Latysheva Functional multislice computed tomography (FMSCT) of the temporal bone: preoperative and postoperative ossicular movement evaluation // 20<sup>th</sup> IFOS World Congress. — Seoul, South Korea, 2013. — FA00271.

22. Кулакова Л.А., **Бодрова И.В.**, Покозий И.Ю. Стапедопластика у ВИЧ-инфицированной пациентки / // **Вестник оториноларингологии.** — 2014. — №1. — С. 58–59

23. **Bodrova I.V.**, Kulakova L.A., Gagarina N.V., Fominykh E.V., Ternovoy S. Functional MSCT of temporal bone as a new standard in differential diagnostics of a conductive hearing loss // ECR 2014: Abstracts. — Vienna, Austria, 2014. — Insights Imaging (2014). — 5 (Suppl 1). — S174. [doi 10.1007/s13244-014-0317-5].

24. Кулакова Л.А., Полякова Е.П., **Бодрова И.В.**, Лопатин А.С. Результаты хирургического лечения отосклероза у лиц пожилого возраста // **Вестник оториноларингологии.** — 2014. — №3. — С. 17–19.

25. Патент 2405437 РФ, МПК<sup>51</sup> А61В 6/00. Способ динамической мультиспиральной компьютерно-томографической диагностики адгезивного среднего отита / **Бодрова И.В.**, Фоминных Е.В. — Оpubл. 10.12.2010. — Бюллетень №34. — 7с.

26. Патент 2411908 РФ, МПК<sup>51</sup> А61В 6/03. Способ динамической мультиспиральной компьютерно-томографической диагностики дисфункции слуховой трубы / **Бодрова И.В.**, Фоминых Е.В. – Оpubл. 20.02.2011. – Бюллетень №5. – 7с.

27. Патент 2411909 РФ, МПК<sup>51</sup> А61В 6/03. Способ динамической мультиспиральной компьютерно-томографической диагностики адгезивного среднего отита / **Бодрова И.В.**, Фоминых Е.В. – Оpubл. 20.02.2011. – Бюллетень №5. – 7с.

28. Патент 2452390 РФ, МПК<sup>51</sup> А61В 8/13. Способ динамической мультиспиральной компьютерно-томографической диагностики отосклероза / **Бодрова И.В.**, Русецкий Ю.Ю., Кулакова Л.А., Латышева Е.Н., Терновой С.К., Лопатин А.С., Попова О.И., Пашкова А.Е. – Оpubл. 10.06.2012. – Бюллетень №16. – 6с.

29. Патент 2452382 РФ, МПК<sup>51</sup> А61В 6/03. Способ динамической мультиспиральной компьютерно-томографической диагностики адгезивного среднего отита / **Бодрова И.В.**, Кулакова Л.А., Русецкий Ю.Ю., Латышева Е.Н., Лопатин А.С., Терновой С.К., Покозий И.Ю., Пашков А.В. – Оpubл. 10.06.2012. – Бюллетень №16. – 7с.

30. Патент 2452391 РФ, МПК<sup>51</sup> А61В 8/13. Способ динамического мультиспирального компьютерно-томографического дооперационного определения длины протеза стремени при хирургическом лечении отосклероза / **Бодрова И.В.**, Латышева Е.Н., Русецкий Ю.Ю., Терновой С.К., Лопатин А.С. – Оpubл. 10.06.2012. – Бюллетень №16. – 7с.

31. Патент 2452392 РФ, МПК<sup>51</sup> А61В 8/13. Способ динамической мультиспиральной компьютерно-томографической диагностики отосклероза после лечения у пациентов, перенесших стапедопластику / **Бодрова И.В.**, Русецкий Ю.Ю., Латышева Е.Н., Кулакова Л.А., Лопатин А.С., Терновой С.К., Полякова Е.П. – Оpubл. 10.06.2012. – Бюллетень №16. – 6с.

32. Патент 2491879 РФ, МПК<sup>51</sup> А61В 5/00. Способ прогнозирования стапедопластики / Кулакова Л.А., **Бодрова И.В.**, Терновой С.К., Лопатин А.С. – Оpubл. 10.09.2013. – Бюллетень №25. – 9с.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ СОКРАЩЕНИЙ

3D	—	трехмерные реконструкции
АСО	—	адгезивный средний отит
КТ	—	компьютерная томография
МПР	—	мультипланарные реконструкции
МРТ	—	магнитно—резонансная томография
МСКТ	—	мультиспиральная компьютерная томография
НСП	—	наружный слуховой проход
T1-ВИ	—	T1-взвешенные изображения
T2-ВИ	—	T2-взвешенные изображения
фМСКТ	—	функциональная мультиспиральная компьютерная томография
ХГСО	—	хронический гнойный отит
ЭСО	—	экссудативный средний отит

Подписано в печать 26.06.2015 г.

Формат А5

Бумага офсетная. Печать цифровая.

Тираж 100 Экз. Заказ № 8876-6-15

Типография ООО “Ай-клуб” (Печатный салон МДМ)

119146, г. Москва, Комсомольский пр-кт, д.28

Тел. 8-495-782-88-39