

**СОВРЕМЕННЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-  
ФОНЕТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ  
ИССЛЕДОВАНИЯ: МРТ,  
ЛАРИНГОСКОПИЯ, УЛЬТРАЗВУК**

---

*Рыжикова Т.Р.*

*ИФЛ СО РАН*

*tanya12@mail.ru*

# Магнитно-резонансная томография

---

- *1973 год*
- *Пол Лотербур*
- *Питер Мэнсфилл*
- *2003 год – Нобелевская премия по медицине*

# МРТ в фонетике

---

- 1987 год
- Баер с коллегами предложил использовать МРТ для визуализации артикуляторных процессов.
- Первоначально использовалось для изучения гласных

# Принцип работы

---

- Принцип работы томографов основан на создании сильного магнитного поля и регистрации ответного электромагнитного излучения организма.

# Специфика МР-томографов

- В своей работе мы используем МРТ-сканер мощностью 1,5 Тл.



- *Достоинства*

---

- Безопасно для диктора
- Неограниченное количество снимков как в статике, так и в динамике

- *Недостатки*

- Дорогостоящее.
- Проводится только в стационарных условиях
- Наличие металлических артефактов у диктора
- Требуется много времени для записи и может вести к ослаблению артикуляции и искажению изображения.

# МРТ-изображения



- 
- **Engwal, Olov. A revisit to the application of MRI to the analysis of speech production – testing our assumptions // Proceedings of the 6th International Seminar on Speech Production, Sydney, December 7 to 10, 2003**

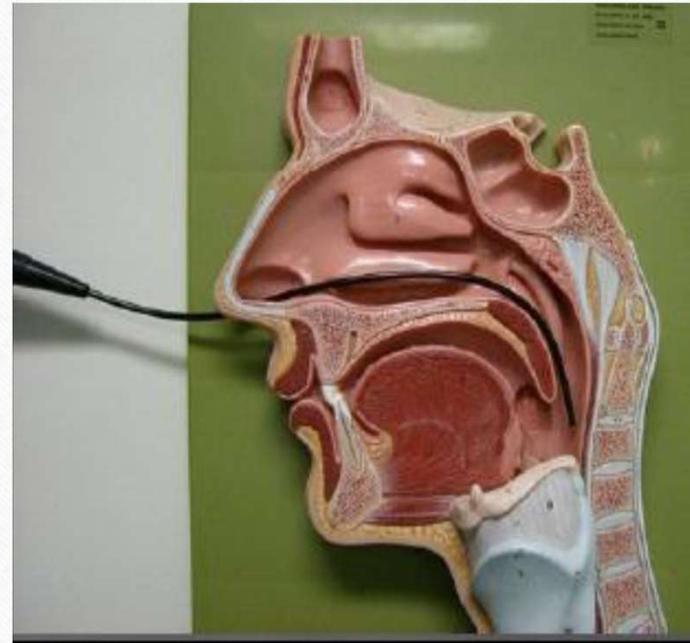
# Ларингоскопия

---

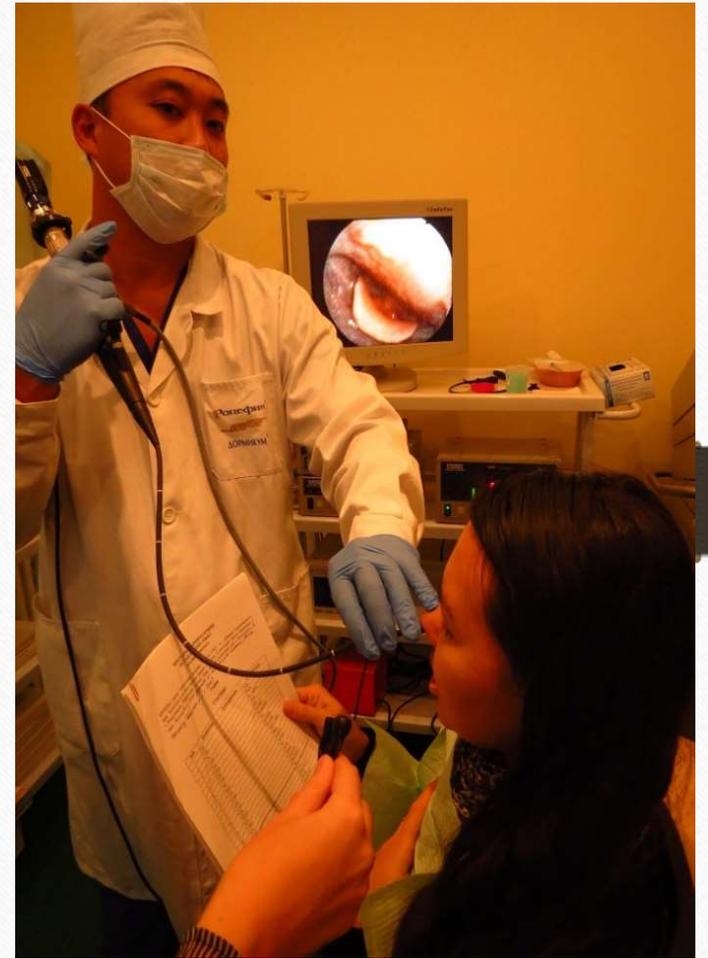
- **Ларингоскопия vs эндоскопия**
- Эндоскопия · метод исследования внутренних органов с помощью специальных приборов · эндоскопов.
- Ларингоскопия · метод визуального исследования гортани.



*Гибкий эндоскоп*



*Положение эндоскопа при  
трансназальной ларингоскопии*



**Sawashima M., Hirose H.** New Laryngoscopic Technique by  
Use of Fiberoptics // Journal of the Acoustical Society of  
America. 1968. № 43(1). PP.168–169.

# Трудности ларингоскопического исследования

---

- 1) трудности, вызванные физической работой артикуляторного аппарата,
- 2) трудности технического плана,
- 3) трудности смешанного характера.

# Перспективы использования

- Изучение различных глоточных артикуляций: смычных и щелевых гортанных, ларингальных и надгортанниковых согласных звуков.
- При изучении гласных методом ларингоскопии особое значение имеет движение основного тона. Данная методика использовалась при исследовании тоновых языков, таких как, например, тибетского, чонг, бей, тайваньского амис и других.
- Для ряда языков важное значение имеет «качество» голоса, т.е. произнесение звуков нормальным, скрипучим или грубым голосом.
- Особый интерес представляет работа голосовых связок, в частности – частота их колебания.
- Ученых интересуют проблемы так называемой «шепотной» речи. В частности, изменяется ли положение гортани при произнесении слов нормальным голосом и шепотом [Esling & Harris 2005, Mills 2009: 70].
- Важным моментом при изучении артикуляций является угол раскрытия голосовой щели [Mills 2009].

# Ультразвуковое неинвазивное исследование

---

- В фонетике применяется с 1969 года
- Первоначально использовался для визуализации работы языка
- В настоящее время применяется для изучения процессов в глотке

# Принцип работы УЗИ

- Физическая основа УЗИ — пьезоэлектрический эффект. Этот эффект создается с помощью акустического преобразователя, трансдюсера или датчика.

---

- *(Датчик преобразователя содержит один или несколько кварцевых кристаллов, которые также называются пьезоэлементами. Одни и те же кристаллы используются для приема и передачи звуковых волн. Также датчик имеет звукопоглощающий слой, который фильтрует звуковые волны, и акустическую линзу, которая позволяет сфокусироваться на необходимой волне).*
- Ультразвук распространяется в средах в виде чередующихся зон сжатия и расширения вещества. Чем выше частота звуковой волны, тем выше разрешающая способность ультразвукового датчика. В системах медицинской ультразвуковой диагностики обычно используют частоты от 2 до 29 МГц. Разрешающая способность современных ультразвуковых аппаратов может достигать долей мм.

Для исследования различных частей организма используют разную частоту ультразвука, например, для органов брюшной полости и забрюшинного пространства, а также полости малого таза используется частота 2,5 — 3,5 МГц, для исследования щитовидной железы используется частота 7,5 МГц, по экспериментальным данным зарубежных коллег, частота 10 МГц является наиболее оптимальной для получения четкого изображения голосовых связок и ларинкса [Moisik et al., 2014].

УЗИ датчики делятся на три типа:

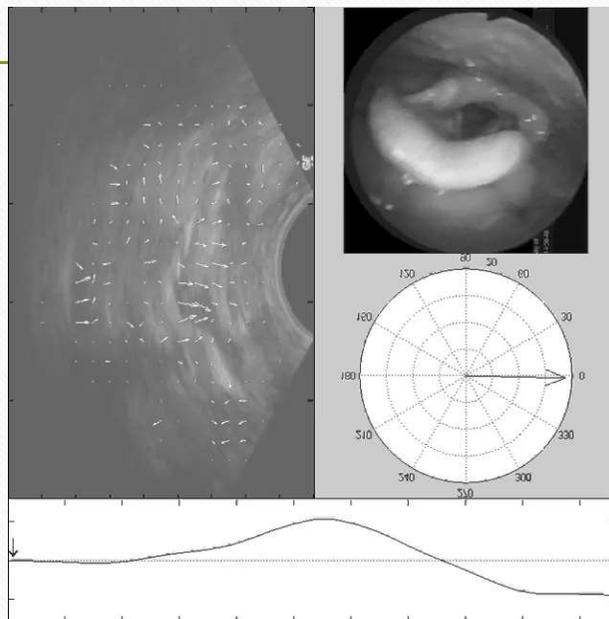
- 1) линейные – высокое разрешение, но малая глубина проникновения (не более 11 см),
- 2) конвексные – меньшая частота, зато большая проникающая способность (20-25 см),
- 3) секторные – наименьший размер и частота волн, но наилучшее проникание через наибольшие промежутки (например через ребра при сканировании сердца).

В настоящее время появились *микрoконвексные УЗИ датчики* и именно они применяются в фонетических исследованиях.

# Проблемы УЗИ-исследований

- Главная проблема – это квантификация, т.е. количественный анализ полученных данных.
- Т.к. ультразвук дает большое количество информации, не существует единых стандартов измерения, например, формы и длины языка: разные ученые используют разные методы – некоторые измеряют «глубину» или расстояние от языка до датчика, другие реконструируют полное пространственное положение языка, третьи вычисляют форму языка.
- Любая методика квантификации, кроме той, которая зависит от формы языка (Stone, Morish, Sonies and Shawker, 1987, Iskarous, 2004), требует знать пространственное расположение языка. Из-за того, что ультразвук не отображает никаких-то анатомических фиксированных структур (например, костей нижней челюсти), то задача стабилизации датчика и головы становится одной из жизненно важных при проведении УЗИ исследований языка.
- В-третьих, хотя скорость разрешения (30 кадров в секунду) достаточно хорошая, она все же слишком медленная, чтобы адекватно зафиксировать некоторые виды движения.

# УЛЬТРАЗВУК + ЛАРИНГОСКОПИЯ = НАДЕЖНЫЙ РЕЗУЛЬТАТ



- 
- Комплексное использование МРТ, ларингоскопии и ультразвука позволяет дополнить каждый набор данных недостающей информацией, полученной с помощью другой методики и в результате еще немного продвинуться в понимании процессов речепорождения.

**Спасибо за внимание!**

---