

420008, Казань, Кремлевская, 18
Казанский государственный университет
Физический факультет
А.В.Аганову
"Новости ЯМР в письмах"

19992, Москва, ГСП-2,
Ленинские горы, МГУ ЦМТС
Анисимов Н.В.
anisimovnv@mail.ru

Уважаемый Альберт Вартанович,

Предлагаю материал, почти идентичный тому, что послан мною в журнал "Биомедицинские технологии и радиоэлектроника" в мае 2003 г. Возможно материал представит интерес и для Вашей читающей публики.

С уважением Н.В.Анисимов

Применение магнитно резонансной томографии для исследования артикуляторных процессов порождения речи.

Н.В.Анисимов *, Г.Е.Кедрова**

(* Центр магнитной томографии и спектроскопии МГУ им.М.В.Ломоносова,
**Филологический факультет МГУ им.М.В.Ломоносова)

Сообщается об использовании изображений, полученных методами магнитно резонансной томографии, для визуализации работы артикуляторных органов с целью исследования механизмов речепорождения.

Магнитно резонансная томография (МРТ) успешно применяется для исследования объектов не только в статическом состоянии, но и режиме реального времени – функциональная МРТ. Методы ФМРТ используют для локализации активных участков коры головного мозга [1], для визуализации пульсирующих органов (сердце), для исследования конечностей при их сгибании и разгибании, решении других задач, возникающих в ходе медицинской диагностики [2].

Представляется перспективным применить методы ФМРТ для визуализации артикуляторных органов с целью исследования механизмов речепорождения. Актуальность такого исследования обуславливается тем, что в настоящее время отсутствуют достоверные знания о динамических механизмах речепорождения в разных языках, и в частности, применительно к русскому языку. До настоящего времени наиболее информативным средством экспериментального исследования речевой артикуляции считалась фоторентгенография. С помощью этого метода

построена хорошо известная и, по-видимому, пока единственная, артикуляторная база русского языка (в части стационарных участков звучания), приводимая в справочном издании «Атлас звуков русской речи» [3]. Процесс снятия, расшифровки и прорисовки фоторентгенограмм технически сложен, имеет санитарно-гигиенические ограничения. Метод, в основном, рассчитан на получение статических изображений и неприспособлен для изучения речи в процессе ее развертывания (в реальном времени).

Методы МРТ позволяют преодолеть ограничения рентгенографического метода и, благодаря его чувствительности к сигналам от мягких тканей, получить высококонтрастные изображения артикуляционных органов - губ, языка, ротовой полости, небной занавески, гортани и др. в процессе порождения звука.

Мы получили МРТ изображения артикуляционных органов в процессе порождения звука с помощью МР томографа TOMIKON S50 (BRUKER). В ходе исследования мы акцентировали свое внимание на МР визуализацию артикуляционных органов при произнесении русских гласных звуков, произносимых как в изолированной позиции, так и в составе фразы. В качестве дикторов выступали 2 человека (мужской и женский голоса). Томографическая съемка проводилась в несколько сеансов. Кроме того, для оценки воспроизводимости (устойчивости) моделей произнесения аналогичные сеансы проводились спустя несколько недель.

МР сканирование проводилось по сагиттальному срезу шириной 9 мм и зоне сканирования – 20x12 см. Параметры импульсной последовательности подбирались с расчетом получить МР изображение с приемлемым контрастом и разрешающей способностью не хуже 3.5 мм на пиксел за время сканирования 0.5-0.8 с. Этим требованиям удовлетворяла программа SNAP, построенная на базе импульсной последовательности "градиентное эхо" с параметрами – TR=12 мс, TE=5.5 мс и углом поворота намагниченности 10° [4]. Сканирование проводилось многократными (128-256) запусками без пауз. Синхронизации действий диктора и запусков сканирования мы не предусматривали. Поэтому в ходе эксперимента велась контрольная аудиозапись на два канала, один из которых использовался для записи голоса, а другой – для записи импульсов начала сканирования. Это позволило провести простое отнесение МР изображений, получаемых при многократных запусках МР сканера, и соответствующих участков аудиозаписи.

Диктор произносил звуки в обычном для томографической съемки положении лежа на спине (рис.1). Микрофон (фирмы LifeVideo™) крепился к приемной катушке (катушка Гельмгольца), используемой для МР съемки шейного отдела и был расположен в непосредственной близости от рта диктора. Такое расположение позволило минимизировать влияние акустического шума, обычно возникающего при МР сканировании из-за вибрации катушек при пропускании через них импульсных токов. Влияние микрофона на качество съемки (из-за наличия в его конструкции кабеля и металлических компонентов, а также протекания тока) оказалось пренебрежимо малым.

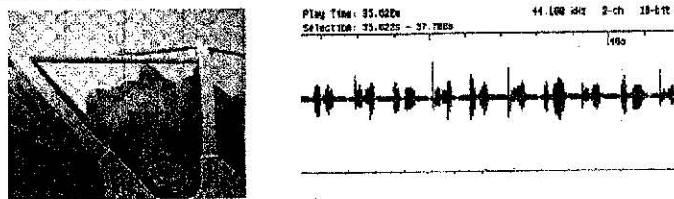


Рисунок 1. Слева - расположение диктора при записи МРТ изображений. Голова и шея лежат в области чувствительности приемной катушки, имеющей шлемообразную конструкцию, к которой сверху прикреплен микрофон. Справа - типовая двухканальная аудиозапись, записанная в ходе экспериментов. Здесь первый канал (верхняя запись) - голос диктора, второй канал (нижняя запись) - метки начала сканирования.

Полученные МР изображения представлены на рис.2. Они отображают конфигурацию артикуляционных органов при произнесении гласных звуков. МР изображения можно сравнить с соответствующими изображениями, полученными методом кинофоторентгенографии. При значительном совпадении основных параметров обоих типов изображений в случае томографической съемки просматривается большая детализация действий органов артикуляции, особенно в отношении мягких тканей, которые могут проявлять себя как подвижные - например, кончик языка.

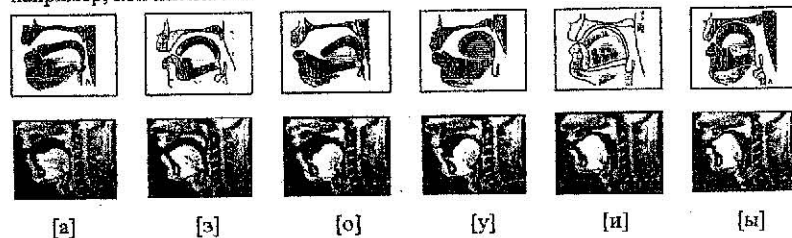


Рисунок 2. Конфигурация артикуляционных органов при произнесении гласных звуков. Верхний ряд - изображения получены методом кинофоторентгенографии - воспроизведено по материалам книги К.Болла [3]. Нижний ряд - МРТ изображения.

Представляется вероятным, что кроме отображения процесса произнесения звуков ФМРТ можно использовать для построения анимационных изображений, отображающих процесс произнесения более сложных звуковых конструкций - слов, фраз и т.п. При этом уже полученные изображения гласных звуков можно использовать как особые метки при отнесении МР изображений и аудиозаписи. Дополнительным подспорьем для такой работы могут стать данные обычной видеосъемки, позволяющей упростить отнесение внешних анатомических структур.

Предлагаемое нами применение метода ФМРТ для визуализации работы артикуляторных органов уже на данном этапе позволяет получать высококонтрастные достаточно детальные изображения этих органов на всех стадиях артикулирования звука, что позволяет с высокой степенью достоверности представить все основные особенности артикуляторных движений при произнесении русских гласных звуков. В перспективе предполагается применение разрабатываемых методик и для всех остальных артикуляторных моделей, определяющих артикуляторную базу языка. Это, в свою очередь, создает возможности для успешного решения как ряда фундаментальных задач теоретической фонетики и фонологии (прежде всего совершенствования теории речепорождения), так и для множества прикладных областей речеведения (лингводидактики, автоматического распознавания и синтеза речи, компьютерных речевых баз данных и т.д.).

ЛИТЕРАТУРА

1. Клиничук ОВ, Прония НН картирование сенсорной коры головного мозга методом функционального МРТ при опухоли лобно-теменной области. Вопросы нейрохирургии, №3, 2000, 21-23.
2. Wishart HA, Saykin AJ, McAllister TW, Functional magnetic resonance imaging: emerging clinical applications. *Curr Psychiatry Rep* 2002 Oct; 4(5):338-45.
3. Болла К. «Атлас звуков русской речи», Будапешт, 1981 г.
4. Haase A, Snapshot FLASH MRI. *Magn. Reson. Med.* 13, 77-89 (1990).