

Опыт использования компьютера при исследовании и тренировке слухо-речевого восприятия у пациентов после кохлеарной имплантации

В.В. Люблинская,
кандидат биологических наук

Е.А. Огородникова,
кандидат биологических наук

И.В. Королёва,
доктор психологических наук

С.П. Пак,
кандидат биологических наук

М.В. Рыбаков

В работе описывается система на базе персонального компьютера, разработанная для восстановления слухоречевой функции у глухих людей после операции кохлеарной имплантации, используемая в процессе реабилитации пациентов. Исследование проводилось совместно сотрудниками лаборатории психофизиологии речи Института физиологии им. И.П. Павлова РАН и Научно-исследовательского института уха, горла, носа и речи (Санкт-Петербург). Основные усилия авторов были направлены на поиск адекватных способов развития базовых навыков слухового восприятия — распознавания речевых сигналов, определения голосовых характеристик говорящего и фразовой интонации, различения звуков окружающего мира и акустической ориентации.

Введение

В современных условиях развития вычислительной техники одним из актуальных направлений является использование программных средств для помощи в организации процесса диагностики и лече-

ния людей с нарушениями различных функций. Вариант подобной системы для повышения эффективности курса реабилитации слухоречевого восприятия у глухих пациентов после операции кохлеарной имплантации в течение ряда лет разрабатывается специалистами Института физиологии им. И.П. Павлова и НИИ уха, горла, носа и речи. В основу системы заложены как данные экспериментального исследования механизмов восприятия речи, так и 10-летний опыт клинической работы с пациентами на базе НИИ ЛОР — одного из пионеров внедрения практики кохлеарной имплантации в России.

Что такое кохлеарная имплантация

Кохлеарная имплантация (электродное протезирование слуха) представляет собой наиболее современный и эффективный метод реабилитации глухих людей. Применение этого метода переживает в настоящее время бурный рост как во всём мире, так и на территории России. Литература по этой тематике огромна, особенно англоязычная (например, см. обзор [1]). Но существуют также хорошие отечественные описания сущности и методов кохлеарной имплантации [2, 3].

В общем виде кохлеарное протезирование включает два этапа. Первый — хирургическая операция по введению во внутреннее ухо (улитку) пациента ряда электродов, обеспечивающих электрическую стимуляцию сохранившихся волокон слухового нерва. Второй — послеоперационная реабилитация, направленная на развитие и восстановление слухоречевой функции пациента [4]. Этот этап является длительным (может занимать несколько лет) и чрезвычайно важным. От его правильной организации в значительной степени зависят общие результаты протезирования. Одним из приоритетов здесь выступают специальные занятия с сурдопедагогом, направленные на формирование у пациентов новых звуковых образов речевых и неречевых сигналов. Необходимость подобного обучения объясняется тем, что характеристики передачи акустической информации кохлеарным имплантом в нейронные отделы существенно отличаются от соответствующей обработки звукового сигнала в слуховой системе человека. Поэтому от сурдопедагога требуется многократное произнесение слов, фраз, отдельных фонем или записей различных звуков для закрепления в памяти пациента «новых» звуковых образов и развития у него способности различения их на слух. Особенно важно и эффективно проведение электродного протезирования у детей раннего возраста [5, 6].

Таким образом, восстановительно-корректирующий курс оказывается достаточно трудоёмким процессом. Для его методического обеспечения могут эффективно использоваться современные средства вычислительной техники и компьютерные программы. Специалисты-дефектологи дают убедительные обоснования эффективности использования компьютерной техники в практике обучения детей с патологией слуха и речи (Кукушкина, 1994). Следует подчеркнуть, что принципиальной особенностью концепции тренажёрной системы в отношении к реабилитации пациентов с КИ является её направленность на тренировку слухового восприятия широ-

кого круга звуков окружающего мира, а не только помощь в развитии слухоречевого восприятия.

Компьютерные тренажёры для пациентов с кохлеарными имплантами могут производить подбор, запись и направленное преобразование речевых (и других звуковых) сигналов, сопровождать их визуальным подкреплением (картинки, надписи), а также формировать различные фоновые условия прослушивания. Такой подход открывает новые возможности для коррекции слуха и позволяет включить в систему реабилитации дополнительные направления, связанные с тренингом помехоустойчивости и инвариантности слухового восприятия, пространственной ориентации и анализа сложной акустической сцены. Важным компонентом выступает также обеспечение возможности объективной оценки динамики показателей обучения пациента.

Общее описание системы и подхода к организации процедуры тренинга

Разработанная система [6, 7] направлена на развитие и восстановление слухоречевой функции как у детей (начиная с 4–5 лет), так и у взрослых пациентов с КИ. Она адаптирована для носителей русского языка и может рассматриваться как дополнительное инструментальное средство для организации процесса обучения под руководством сурдопедагога или самостоятельных занятий пациента. Важная функция системы состоит в возможности объективного контроля за результатами проведённого тренинга, динамикой развития и закрепления перцептивных навыков, что позволяет целенаправленно корректировать содержание индивидуального курса занятий с пациентом в ходе его реабилитации.

Система реализована на основе стандартного вычислительного комплекса — стационарный или портативный компьютер с выносными колонками (динамиками), системой WINDOWS (WIN'98 и выше) и офисным пакетом (Microsoft Office). Типичные элементы системы представлены на рис. 1.



Рис. 1. Общий вид системы

Специальная управляющая программа (программист Рыбаков М.В.) представляет основу программного обеспечения системы и обеспечивает порядок предъявления тестовых звуков, визуальное подкрепление их на экране монитора для выбора ответов, общий контроль за процедурой тренинга, включая условие стимуляции и регистрации результатов.

Визуальная информация на экране монитора может быть представлена соответствующими «картинками» и письменным текстом, а также элементами обратной связи — положительной (смайлик и красный столбик диаграммы) или отрицательной (отсутствие смайлика и серый столбик диаграммы). Примеры видеоизображений экрана для пользователя программы приведены на рис. 2.

Программа позволяет производить следующие действия в процессе работы: выбрать режим работы (обучение или тестирование),

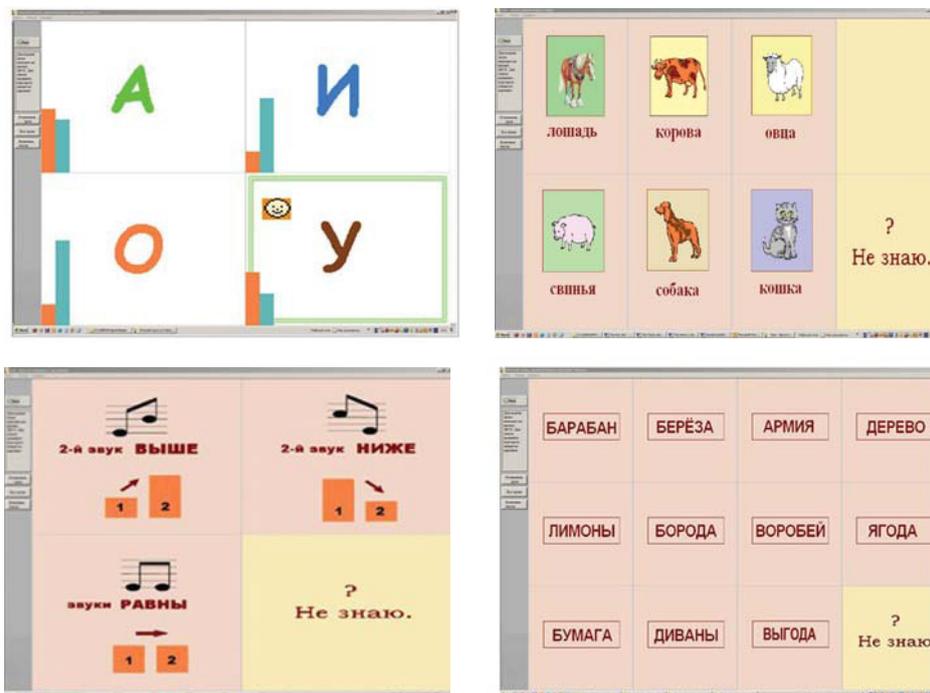


Рис. 2. Примеры ответов, изображаемых на экране монитора при разных типах тестов. Сверху: слева – распознавание изолированных гласных; справа – узнавание характерных звуков животных. Снизу: слева – различение высоты музыкальных звуков; справа – распознавание слов в условиях «конкуренции»

выбрать направление тренинга (набор упражнений),
 выбрать порядок стимуляции (произвольный запуск звукового сигнала или последовательность стимулов с заданной паузой между ними),
зафиксировать полученные ответы с помощью протокола занятий в памяти компьютера.

Итоговый протокол тренинга содержит информацию о пациенте (Ф.И.О.), дату и время проведения занятия, обозначение конкретного упражнения, список подаваемых сигналов и соответствующих им ответов, первичные результаты анализа — число и процент правильных опознаний и ошибок, пропусков ответа, среднее время реакции. Вся информация представлена в форме таблиц (программа EXCEL), которые удобны для дальнейшей обработки индивидуальных данных, а также сравнения результатов тренинга по всей группе пациентов. Пример одной из таких таблиц приведён на рис. 3.

Занятия по развитию и закреплению слухоречевых навыков производятся в режиме «ОБУЧЕНИЕ». Он предусматривает не только сопровождение акустической стимуляции визуальным отображением на экране монитора (картинки, надписи), но и возможность повторного прослушивания звуков и включение обратной связи с пациентом.

Обратная связь представлена вариантами как положительного (увеличение красного столбика диаграммы, появление улыбающегося смайлика), так и отрицательного подкрепления (отсутствие смайлика и рост серого стол-

В.В. Люблинская, Е.А. Огородникова, И.В. Королёва, С.П. Пак, М.В. Рыбаков
Опыт использования компьютера при исследовании и тренировке слухо-речевого восприятия у пациентов после кохлеарной имплантации

Урок	Фамилия слушателя	Режим	Дата	n/n стимула	стимул	ответ	время реакции (сек)	правильно	ошибка	пропуск	всего	пауза (заданная)
1	Чумакова	Тестирование	19.11.2004	1	Ка-Ел ст1	Капитан	0.64	1	0	0	1	0.7
2				2	Рл-Ел ст1	Продавец	0.31	1	0	0	1	0.7
3				3	Мл-Ел ст1	Машинист	0.64	1	0	0	1	0.7
4				4	Му-Ел ст1	Музыкант	0.48	1	0	0	1	0.7
5				5	Рл-Ел ст1	Продавец	0.52	1	0	0	1	0.7
6				6	Ка-Ел ст1	Капитан	0.42	1	0	0	1	0.7
7				7	Мл-Ел ст1	Машинист	0.41	1	0	0	1	0.7
8				8	Рл-Ел ст1	Продавец	0.59	1	0	0	1	0.7
9				9	Му-Ел ст1	Музыкант	0.41	1	0	0	1	0.7
10				10	Му-Ел ст1	Музыкант	0.63	1	0	0	1	0.7
11				11	Ка-Ел ст1	Капитан	0.39	1	0	0	1	0.7
12				12	Мл-Ел ст1	Машинист	0.53	1	0	0	1	0.7
13				13	Ка-Ел ст1	Капитан	0.67	1	0	0	1	0.7
14				14	Рл-Ел ст1	Продавец	0.47	1	0	0	1	0.7
15				15	Му-Ел ст1	Музыкант	0.44	1	0	0	1	0.7
16				16	Мл-Ел ст1	Машинист	0.92	1	0	0	1	0.7
Итого				16	16		0.53	16	0	0	16	
				подано	ответов		%	100	0	0	100	

Рис. 3. Пример протокола одной сессии работы с системой

бика диаграммы). Пример ответов с обратной связью приведён на верхнем левом кадре рис. 2. Выбор варианта ответа на экране монитора осуществляется с помощью щелчка «мышкой» по соответствующей ему картинке или надписи на экране монитора.

Проверка и оценка проведённого обучения производится в режиме «ТЕСТИРОВАНИЕ». В этом случае прослушивание звуковых сигналов организовано без повторов и обратной связи. Пациент видит только подтверждение своего ответа — выделение контурной рамкой выбранного варианта ответа.

По завершении каждого занятия (независимо от режима) на экране появляется дополнительное всплывающее окно, содержащее экспресс-оценку проведённого урока, в которую входят число правильных ответов, число ошибок, среднее время реакции и общая отметка за урок. Положительная отметка (знак «+») соответствует уровню, превышающему 70% правильных слуховых опознаний. В противном случае появляется отрицательная отметка (знак «-»), показывающая, что уровень правильных опознаний оказался ниже 70%. Такая информация помогает пациенту оценить свои успехи или неудачи, а также способствует повышению мотивации к дальнейшим занятиям и улучшению выделенных показателей.

Оформление экспресс-оценки производится системой автоматически и не требует запроса пользователя или сурдопедагога. Однако она не фиксируется в памяти компьютера. Для сохранения полученных результатов в полном объёме требуется выбрать опцию «сохранить протокол занятий» и ввести необходимые данные для обозначения пациента (фамилия, код или др.).

Ранее уже отмечалось, что оформление протокола соответствует таблицам в формате специального пакета для статистического анализа данных (EXCEL). При этом первичный

уровень обработки (вычисление средних значений для правильных ответов, ошибок и времени реакции) производится автоматически.

Полученные таблицы сохраняются на жёстком диске (или других носителях памяти) и могут быть выведены на экран (или печать) сразу по окончании занятий.

Разделы и направления тренинга

Структура системы представлена рядом самостоятельных блоков. Такое построение позволяет дополнять и расширять диапазон тренируемых навыков и звукоречевую базу занятий. В настоящее время пользователю доступны пять основных направлений тренинга, которые условно обозначены — «РЕЧЬ», «ПРОСОДИКА», «ОРИЕНТАЦИЯ», «ЗВУКИ ВОКРУГ НАС» и «ВОСПРИЯТИЕ НА ФОНЕ ПОМЕХ».

Целью каждого из разделов является формирование и развитие определённого навыка слухоречевого восприятия — распознавания речевых сигналов (от изолированных фонем до многосложных слов), просодических характеристик речи (голос, интонация), акустической ориентации, различения звуков окружающего мира (включая музыкальные инструменты), выделения целевого сигнала в условиях фоновой помехи или «конкуренции» («речевой коктейль»).

Каждый из разделов включает набор отдельных занятий (уроков), который также может пополняться по мере развития системы. При проведении ряда занятий предусмотрена возможность работы с полным или с сокращённым списком звуковых стимулов, что позволяет выбрать адекватный для пациента уровень сложности перцептивного задания.

Специализированные разделы системы и направления тренинга представлены следующим образом.

В раздел «РЕЧЬ» входит набор уроков, связанных с распознаванием речевых сигналов — изолированных гласных, одно-, разно- и многосложных слов. Он представлен в достаточно ограниченном объёме — от 3 до 5 различных стимулов для каждого из уроков. Основным моментом, направленным на методическую помощь в слуховой работе с пациентом, здесь выступает дикторская вариативность. Система даёт возможность прослушивания речевых сигналов в исполнении разных дикторов. В настоящее время банк дикторов соответствует 4 вариантам голосов (2 мужских и 2 женских), которые перекрывают частотный диапазон голосов взрослых людей (основной тон — от 100 до 250 Гц). Таким образом, тренинг направлен на обучение инвариантному распознаванию речи независимо от голосовых характеристик говорящего.

Раздел «ПРОСОДИКА», напротив, направлен на обучение навыкам выделения и оценивания изменений голосовых характеристик в речи. Раздел представлен набором уроков, связанных с умением различать голоса дикторов (женский-мужской) и интонацию высказывания (утверждение, вопрос) в

соответствии с изменением контура основного тона («Это барабан?» или «Это — барабан.»). Занятия по различению голоса диктора проводятся на всём речевом материале (от гласных до многосложных слов, 4 диктора), занятия по различению интонации — на материале 12 коротких фраз (2 диктора — мужчина и женщина).

Следующий раздел тренинга («ЗВУКИ ВОКРУГ НАС») представлен достаточно традиционным набором разнообразных звуков окружающей среды: голосами животных, птиц, звуками дома, улицы, стихии, музыкальными сигналами (звучание музыкальных инструментов). Этот раздел ориентирован, в основном, на рано оглохших пациентов и предусматривает возможность выбора занятий с полным (более 6 категорий) и сокращённым (до 5 вариантов) списком стимулов.

В настоящее время разрабатывается дополнительный раздел «музыкального» тренинга, включающий дополнительные возможности по развитию звуковысотного восприятия и ритмики.

Разделы «ОРИЕНТАЦИЯ» и «ВОСПРИЯТИЕ НА ФОНЕ ПОМЕХ» представляют наиболее сложные задачи тренинга (акустическая ориентация в пространстве и помехоустойчивость слухоречевого восприятия). Однако в то же время они хорошо демонстрируют методические возможности системы, которые связаны с элементами моделирования сложной перцептивной среды.

Так, в разделе «ОРИЕНТАЦИЯ» представлен набор уроков, помогающий сформировать начальные навыки пространственной ориентации. Это особенно актуально, учитывая односторонний характер операции имплантации и объективные ограничения возможности пространственного восприятия у пациентов. Уроки включают обучение различению пространственного положения (локализации) источника звука (посылки шума) или речи (разносложные слова, 4 диктора). При этом можно использовать варианты латеральной (справа–слева) и фронтальной (впереди–сзади или дальше–ближе) схемы расположения динамиков. Однако в период начальной реабилитации наиболее целесообразно использование латерального варианта размещения, максимально ориентированного на восприятие монауральных признаков локализации.

Следующие наборы уроков в данном разделе связаны с тренингом навыков обнаружения движения источника звука (источник стоит или движется) и определения его направления (движется слева направо или справа налево). Эти перцептивные задания представляют для пациентов серьёзную трудность, но чрезвычайно актуальны для их дальнейшей слуховой практики. В раздел входит также дополнительное занятие по проверке слухового распознавания речевых сигналов в условиях изменения пространственной позиции диктора (разносложные слова, 4 диктора).

В раздел «ВОСПРИЯТИЕ НА ФОНЕ ПОМЕХ» входит два основных набора упражнений. Первый из них прямо соответствует названию раздела и связан с тренингом выделения и опознания речевого сигнала на фоне различных акустических помех — шума, речи и музыки. В качестве речевого сигнала здесь также выступают разносложные слова в исполнении четырёх дикторов. Помехой являются фрагменты «белого» шума, текста (мужской голос), инструментальной и вокальной музыки. Интенсивности сигнала и помехи выравнены 1:1.

Второй набор соответствует наиболее сложным условиям восприятия, моделирующим известный эффект «cocktail party». При выполнении задания от пациента требуется

выделить и опознать целевой стимул (например, изолированный гласный звук или многосложное слово, сказанное женским голосом) в условиях прямой конкуренции — одновременное произнесение речевых сигналов разными дикторами. Выполнение этих заданий вызывает затруднения даже у слушателей с нормальным слухом (до 20–25% ошибок).

Апробация системы

Система в течение ряда лет успешно используется в Институте уха, горла, носа и речи при реабилитации пациентов с КИ различного возраста и уровня языковой компетенции [8].

Опыт работы (более 40 пациентов) свидетельствует, что и у детей, и у взрослых пациентов наблюдается высокий уровень мотивации к занятиям с применением компьютера и специальной программы. Важным моментом, подтверждённым на практике, является возможность адаптации занятий, проводимых с помощью системы, к разным этапам курса реабилитации и степени индивидуального развития навыков слухоречевого восприятия пациента.

Результаты апробации системы показали также, что она удобна как для организации слухового тренинга под руководством сурдопедагога/родителя, так и для самостоятельной работы ребёнка/взрослого, в том числе на домашнем компьютере. Кроме того, система отвечает методическим требованиям и может быть использована и для проведения целевых научных исследований, результаты которых опубликованы в ряде работ, посвящённых восприятию высоты [9], разделению звуковых потоков на примере конкурирующих гласных [10], узнаванию звуков музыкальных инструментов [11], возможности ориентации в звуковом пространстве [12].

Приведём конкретный пример результатов одного теста из раздела «ВОСПРИЯТИЕ НА ФОНЕ ПОМЕХ»: распознавание речевых сигналов в условиях эффекта «cocktail party», когда предъявляемые стимулы представляют собой гласные или слова, произнесённые одновременно двумя дикторами. Это один из сложных тестов, выполнение которого вызывает затруднения даже у нормально слышащих испытуемых. Так, для первой части раздела — тесты с конкурирующими гласными звуками — процент ошибочных распознаваний обоих звуков слушателями с нормой слуха может достигать 25%. Большинство пациентов с КИ вообще не способны правильно опознавать оба одновременно звучащих гласных, достаточно хорошо они могут идентифицировать только один из них — преимущественно гласный, произнесённый мужским голосом. Более подробно описание процедуры и результаты этого теста опубликованы в статье [10].

Во второй части раздела использовался тест, где в качестве стимулов пациентам предъявлялись изолированные слова, произнесённые одновременно двумя дикторами — мужчиной и женщиной. Процедура тестирования состояла из двух сессий. В одной из них от испытуемого требовалось опознать слова, произнесённые женским голосом, в другой — опознать слова,

В.В. Люблинская, Е.А. Огородникова, И.В. Королёва, С.П. Пак, М.В. Рыбаков
Опыт использования компьютера при исследовании и тренировке слухо-речевого восприятия у пациентов после кохлеарной имплантации

произнесённые мужским голосом. В обоих случаях предъявлялся один и тот же набор стимулов: Ягода + *Армия*, Борода + *Барабан*, Воробей + *Берёза*, Бумага + *Дерево*, Диваны + *Лимоны*, Ягода + *Выгода* (прямым шрифтом написаны слова мужского голоса, курсивом — женского.)

Стимулы в случайном порядке предъявлялись слушателю (опыт выполнялся с каждым испытуемым индивидуально). Одновременно на мониторе компьютера изображалась таблица с надписями всех слов, из которых составлены стимулы. Слово — ответ испытуемый выбирал курсором «мышки», он записывался в компьютере в специальный файл в текстовом формате с помощью программы EXCEL.

Было обследовано 6 пациентов — взрослых, оглохших поздно, до глухоты владеющих речью. 5 пациентов проходили тестирование по одному разу в режиме обучения. Рис. 4, иллюстрирующий их результаты, показывает довольно ограниченную способность опознавания слов целевого диктора: процент правильных ответов здесь составляет, в

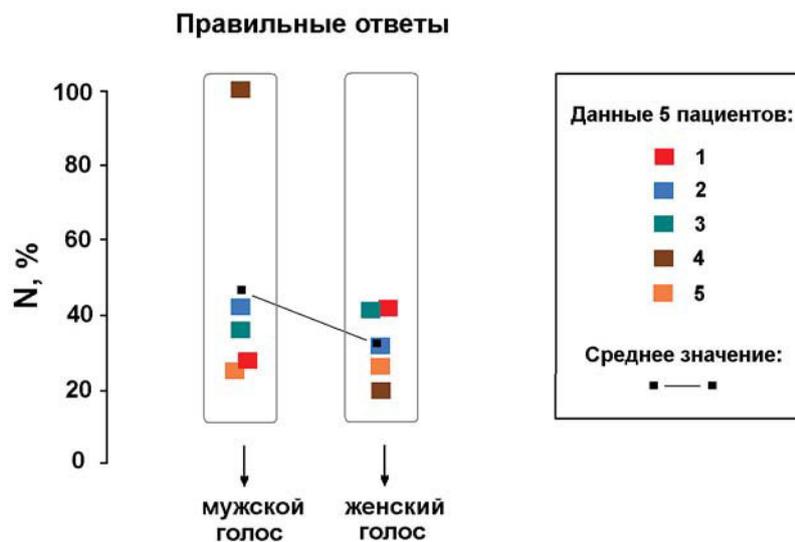


Рис. 4. Результаты тестирования пациентов при опознавании слов, произнесённых одновременно мужским и женским голосом (пояснения в тексте)

среднем, 46% для слов, сказанных мужским голосом, и 32.2% для слов, произнесённых диктором-женщиной. Исключение составляет только 100% опознаний слов мужского голоса у пациента №4. Но для женского голоса его результат не превышает 20% правильных ответов. Отметим, что этот пациент выделяется из группы и по опыту использования КИ — более двух лет.

Один из пациентов прошёл тесты в режиме обучения последовательно три раза с некоторым интервалом. Его данные, приведённые на рис. 5, иллюстрируют возможность тренировки способности к раздельному распознаванию смешанных слов: при последовательных занятиях показатели (% правильных ответов и время реакции) заметно улучшались раз от разу.

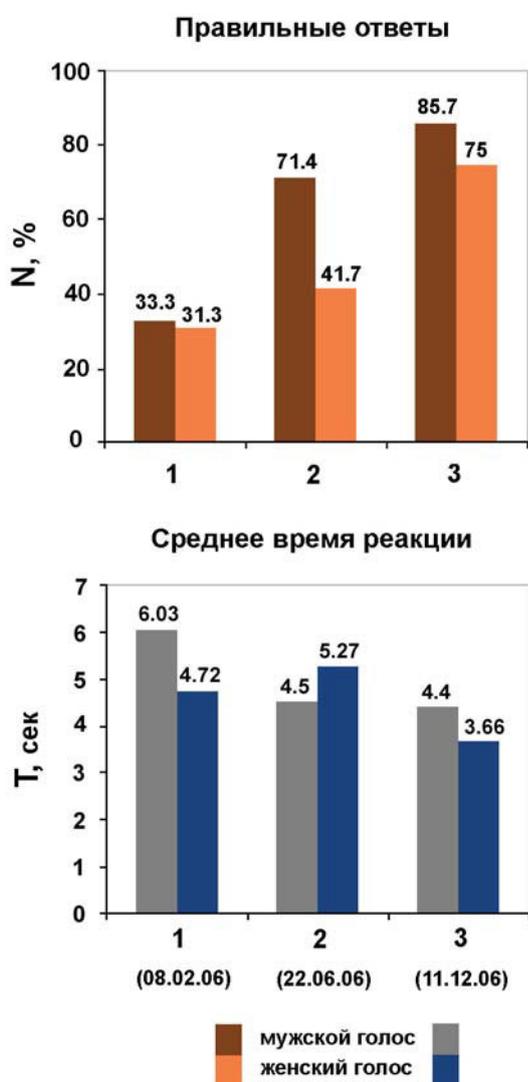


Рис. 5. Результаты одного пациента (№ 6) при последовательном тестировании в разное время. Верхний график – % ответов правильного опознавания, нижний график – время реакции (в сек). Подписи внизу – дата проведения тестов

Заключение

В целом, применение системы с набором тематических разделов тренинга и объективной оценкой обучения повышает эффективность реабилитационного процесса у пациентов, способствует сокращению сроков их социальной адаптации, а также нагрузки на специалиста-сурдопедагога, ответственного за слуховую работу с пациентом.

Представленная система поддержана рядом патентов РФ, получила положительную оценку специалистов в области сурдопедагогики (РГПУ им. А.И. Герцена) и была успешно представлена на Выставке инновационных достижений России в рамках XI Международного экономического форума (Санкт-Петербург, 2007) [13, 14].

Литература

1. Clark G. Cochlear Implants. Speech Processing in the Auditory System. Eds.: Greenberg S., Ainsworth W.A., Popper A.N., Fay R.R. «Springer». 2004. P.422–462.
2. Кохлеарная имплантация. Учебное пособие / Составитель Таварткиладзе Г.А. М., 2000. 81 с.
3. Королёва И.В. Слухоречевая реабилитация глухих детей и взрослых с кохлеарными имплантами. СПб.: ЛЕМА, 2007. 104 с.
4. Королёва И.В. Развитие слухоречевого восприятия после кохлеарной имплантации у глухих школьников и взрослых: Учебное пособие. СПб.: С.-Петербургский НИИ уха, горла, носа и речи, 2008. 200 с.
5. Королёва И.В. Этапы развития слухоречевого восприятия и речи у рано оглохших детей с кохлеарным имплантом // Рос. оторинолар. 2008. №1. С. 11–20.
6. Королёва И.В. Слухоречевая реабилитация глухих детей с кохлеарными имплантами. СПб.: НИИ уха, горла, носа и речи, 2005, 90 с.
7. Кукушкина О.И. Компьютер в специальном обучении. Проблемы, поиски, подходы. Дефектология, №5, 1994. С.3–10.
8. Огородникова Е.А., Королёва И.В., Люблинская В.В., Пак С.П., Столярова Э.И. Использование компьютерных программ в процессе слухоречевой реабилитации пациентов с кохлеарными имплантами / Актуальные вопросы логопатологии / Под ред. И.В. Королёвой: Сб.ст. СПб. НИИ уха, горла, носа и речи. СПб., 2004. С. 73–77.
9. Огородникова Е.А., Королёва И.В., Люблинская В.В., Пак С.П. Компьютерная тренажёрная система для реабилитации слухоречевого восприятия у пациентов после операции кохлеарной имплантации // Рос. оторинолар. Приложение №1, 2008. С. 342–347.

10. Королёва И.В., Огородникова Е.А., Люблинская В.В., Пак С.П., Балякова А.А. Результаты использования компьютерной тренажёрной системы в практике реабилитации слухоречевого восприятия у пациентов с кохлеарными имплантами // Рос. оторинолар. Приложение №1, 2008. С. 297–304.
11. Люблинская В.В., Королёва И.В., Огородникова Е.А., Пак С.П., Столярова Э.И. Восприятие высоты голоса и мелодики речевых сигналов глухими людьми с кохлеарными имплантами // Рос. оторинолар., 2007, №4. С. 3–13.
12. Люблинская В.В., Королёва И.В. Разделение звуковых потоков глухими людьми с кохлеарным имплантом // Сенсорные системы, 2006. Т.20. №3. С. 195–203.
13. Королёва И.В., Росс Я.Ю., Огородникова Е.А. Восприятие музыкальных стимулов пациентами после операции кохлеарной имплантации // Рос. оторинолар., 2006, №5. С. 46–54.
14. Огородникова Е.А., Пак С.П., Королёва И.В. Возможности перцептивного тренинга функции акустической ориентации у пациентов с кохлеарными имплантами / Матер. 5-го международного симпозиума «Современные проблемы физиологии и патологии слуха». Суздаль, 2004. С. 141–143.
15. Королёва И.В., Люблинская В.В., Огородникова Е.А., Пак С.П., Столярова Э.И., Пудов В.И. Способ слухоречевой реабилитации и её оценки у пациентов с кохлеарными имплантами / Патент 2209057 Российская Федерация, МПК⁷ А 61 F 11/10. Заявитель и патентообладатель СПб НИИ уха, горла, носа и речи, №2002108657/14; заявл. 02.04.02; опубл. 27.07.03, Бюлл. №21. 10 с.
16. Огородникова Е.А., Королёва И.В., Пак С.П. Способ реабилитации функции акустической ориентации и её оценки у пациентов с кохлеарным имплантом / Патент 2265426 Российская Федерация, МПК⁷ А 61 F 11/04. Заявитель и патентообладатель СПб НИИ уха, горла, носа и речи, №2004108056/14; заявл. 11.03.04; опубл. 10.12.05, Бюлл. №34. 9 с.

В.В. Люблинская,

*кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник
Института физиологии им. И.П. Павлова РАН.*

Е.А. Огородникова,

*кандидат биологических наук, заведующая лабораторией
психофизиологии речи Института физиологии им. И.П. Павлова РАН.*

И.В. Королёва,

*доктор психологических наук, профессор кафедры сурдопедагогики
РГПУ им. А.И. Герцена, главный научный сотрудник
ГУ ФГУ «Санкт-Петербургский НИИ уха, горла, носа и речи Росмедтехнологий».*

С.П. Пак,

*кандидат биологических наук, старший научный сотрудник
Института физиологии им. И.П. Павлова РАН.*

М.В. Рыбаков,

инженер Института физиологии им. И.П. Павлова РАН.