

СОВРЕМЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ТЕЛЕМЕДИЦИНЫ ДЛЯ ИНТРАОПЕРАЦИОННОГО ТЕСТИРОВАНИЯ КОХЛЕАРНОГО ИМПЛАНТА

Янов Ю. К., Кузовков В. Е., Сугарова С. Б., Левин С. В., Лиленко А. С.,
Клячко Д. С., Костевич И. В.

ФБГУ «Санкт-Петербургский НИИ уха, горла, носа и речи» Минздрава России,
190013, Санкт-Петербург, Россия
(Директор – заслуженный врач РФ, проф., академик РАН Ю. К. Янов)

THE PRESENT-DAY OPPORTUNITIES OF TELEMEDICINE FOR INTRAOPERATIVE TESTING OF COCHLEAR IMPLANT

Yanov Yu. K., Kuzovkov V. E., Sugarova S. B., Levin S. V., Lilenko A. S.,
Klyachko D. S., Kostevich I. V.

Federal State Budgetary Institution "Saint Petersburg Research Institute of Ear, Throat, Nose and Speech",
Ministry of Health of the Russian Federation, Saint Petersburg, Russia

В статье описано исследование, в котором произведен анализ качества интраоперационного тестирования 50 пациентов, разделенных на две равные группы. В первой группе измерения выполняли стандартно в операционной, а во второй – удаленно, из кабинета аудиолога. Оценено время, затраченное на проведение тестирования и сделан вывод об удовлетворенности качеством выполненного исследования аудиологом и хирургом. Было доказано отсутствие ухудшения качества удаленного тестирования при уменьшении временных затрат аудиолога.

Ключевые слова: кохлеарная имплантация, интраоперационное тестирование, телемедицина.

Библиография: 14 источников.

The article describes a study analyzing the quality of intraoperative testing of 50 patients divided into two equal groups. In the first group, the measurements were taken in a standard manner, in the operating room, and in the second one – remotely, from the audiologist's office. The authors evaluated the time spent for testing and made a conclusion about the satisfaction with the quality of examination performed by the audiologist and surgeon. It has been proven that the remote testing does not produce any quality loss while reducing the time spent by the audiologist.

Key words: cochlear implantation, intraoperative testing, telemedicine.

Bibliography: 14 sources.

Кохлеарная имплантация (КИ) является эффективным методом лечения пациентов с высокой степенью тугоухости и глухотой [1–3]. Метод включает отбор кандидатов для проведения оперативного вмешательства, хирургический и реабилитационный этапы. Важной частью хирургического этапа кохлеарной имплантации является определение функциональности импланта, которая обеспечивается набором интраоперационных объективных измерений (тестирования). Эти манипуляции выполняются непосредственно перед, во время или после имплантации устройства пациенту. Комплексный набор таких измерений включает:

- телеметрию импланта (IFT);
- телеметрию ответа слухового нерва (ECAP);
- определение порогов электрически вызванного стапедального рефлекса (eSRT).

Все эти измерения выполняются аудиологом и требуют, чтобы компьютер, управляющий соответствующим программным обеспечением, был подключен через интерфейс к пациенту, которому устанавливают кохлеарный имплант. В условиях операционной аудиолог настраивает и управляет компьютером и интерфейсом, в то время как хирург помещает соединительную катушку, покрытую стерильной оболочкой (втулкой), над корпусом импланта. Как только устанавливается соединение, аудиолог проводит заранее определенную серию измерений, сообщает результаты хирургу и сохраняет их. Исходя из полученных данных, отохирург принимает решение закончить операцию и ушивает послеоперационную рану или, если результаты тестирования указывают на проблему медицинского или технического характера, определяет дальнейшую тактику.



Данные, полученные путем интраоперационных измерений, впоследствии могут использоваться во время первоначальной настройки импланта и речевого процессора.

В нашей клинике кохлеарная имплантация проводится с 1997 г. Если раньше это были единичные вмешательства, то сегодня количество операций значительно увеличилось и достигает 500 в год. В связи с увеличением количества пациентов с каждым годом увеличивается и нагрузка на специалистов, что ведет за собой необходимость в изобретении методов интраоперационных измерений и тестирования импланта, которые могут минимизировать время, затрачиваемое специалистами [4–6]. В 2009 г. в Санкт-Петербургском НИИ ЛОР была разработана концепция удаленной долговременной поддержки пациентов с кохлеарными имплантами. Разработка данной методики основана на телемедицинских технологиях [7–9]. Их использование для настройки КИ имеет две основные цели:

- минимизировать частоту поездок пациентов после КИ из отдаленных регионов в специализированные центры для контрольных настроек кохлеарных имплантов;

- оказывать помощь медицинским работникам на местах [10–15].

Основываясь на положительном опыте использования телемедицины специалистами СПб НИИ ЛОР был разработан и внедрен метод удаленного (дистанционного) интраоперационного тестирования кохлеарных имплантов в условиях института, который позволяет уменьшить нагрузку на аудиолога, сократить время оперативного вмешательства за счет минимизации временных затрат на проведение тестирования.

Поэтому основная цель этого исследования состояла в том, чтобы оценить потенциал экономии времени для проведения дистанционного интраоперационного тестирования. Это было сделано путем определения времени, необходимого для выполнения набора удаленных интраоперационных измерений и сравнения его с временем, необходимым для выполнения тех же измерений в операционной.

Пациенты и методы исследования. В исследование вошли 50 пациентов, в возрасте от 0,7 до 48 лет, которым была проведена КИ в СПб НИИ ЛОР и установлены кохлеарные импланты Concerto Pin (Med-EL, Инсбрук, Австрия). Все пациенты, независимо от возраста и этиологии тугоухости, были разделены на две группы по 25 человек. В первую группу вошли пациенты, которым было проведено дистанционное интраоперационное тестирование кохлеарного импланта из кабинета аудиолога, включавшее телеметрию импланта, регистрацию стапедиальных рефлексов, телеметрию нервного ответа и дистанци-

онную отомикроскопию для двойного контроля сокращения сухожилия стремянной мышцы. При данном варианте аудиолог именовался как *удаленный эксперт*. Во вторую группу вошли пациенты, которым интраоперационные измерения проводились стандартно в операционной (локально), в этом случае аудиолога обозначали *местным экспертом*.

Во время каждой кохлеарной имплантации сотрудники операционной выполняли всю необходимую подготовку оборудования для проведения интраоперационных измерений (подготовка катушки со стерильной втулкой, прикрепление катушки к корпусу импланта). Когда все было подготовлено для измерения, в случае дистанционного тестирования, удаленного эксперта информировали по телефону. Он подключался к операционной аудиовизуальным подключением и получал доступ к приложению для совместного использования экрана. Затем аудиолог выполнял все измерения из своего кабинета вместе с персоналом в операционной (обратная связь с хирургом обеспечивалась через веб-камеру и была необходима для измерений порогов электрически вызванного стапедиального рефлекса). Данные, полученные во время измерений, сохранялись на ноутбуке в операционной. Стандартное интраоперационное тестирование кохлеарного импланта проводится аудиологом непосредственно в операционной, при этом ему необходимо затратить время на путь из кабинета в операционную, что удлиняет общее время.

Все измерения были выполнены с использованием персонального компьютера с операционной системой Windows XP и программным обеспечением для установки (системное программное обеспечение Maestro, Med-EL). Пациент с установленным кохлеарным имплантом был подключен к интерфейсу программы Maestro через катушку (DIB II, Med-EL) со стерильной втулкой. Интерфейсный блок был подключен к компьютеру. Для дистанционного тестирования было использовано следующее дополнительное оборудование:

- подключение к локальной сети (LAN, 100 Мбит);

- аудиовизуальная настройка (две веб-камеры Logitech, встроенные динамики для ноутбуков и акустическая система Sven);

- два персональных компьютера (ПК) с операционной системой Windows XP;

- один мобильный телефон в операционной и один в кабинете удаленного эксперта.

Оба ПК, используемых для сеанса удаленных измерений, были подключены к интернету с помощью 10-мегабитного оптоволоконного сетевого подключения, предоставленного IT-отделом клиники. Схематическое представление настрой-



Рис. 1. Иллюстрация дистанционного тестирования.

ки сеансов дистанционного тестирования представлено на рис. 1. Удаленный сеанс был выполнен с помощью размещенной веб-службы WebEx (Cisco), которая представляет собой общедоступную программную систему, предназначенную для поддержки взаимодействия между компьютерами по сети.

В ходе каждой операции выполняли три индивидуальных объективных измерения:

- телеметрия импланта;
- телеметрия ответа слухового нерва;
- определение порогов электрически вызванного стапедиального рефлекса.

Если (местный или удаленный) эксперт оценил результаты измерений «успешно», т. е., если пороговые значения были получены по меньшей мере для одной пары электродов, то они сохранялись в клиническом программном обеспечении.

При исследовании, проводимом в операционной, местный эксперт обозначал (в минутах) время, затраченное на тестирование. Отсчет стартовал с момента, когда аудиолог начинал путь из кабинета в операционную. Затем он отмечал: время прибытия в операционную; начало функционирования интраоперационной измерительной системы; начало и окончание IFT; начало и окончание ECAP; начало и окончание eSRT. Отсчет заканчивался, когда удаленный эксперт возвращался в свой кабинет. После каждой имплантации аудиолог заносил сведения в опросник. Также он указывал, были ли обнаружены какие-либо проблемы во время сеанса, и если да, то потребовали ли они прекращения сеанса.

При дистанционном тестировании удаленный эксперт и один из сотрудников среднего медицинского персонала операционной (техник) производили синхронизацию удаленного сеанса. Необходимо отметить, что весь средний меди-

цинский персонал, имевший отношение к операции кохлеарной имплантации, был обучен работе с интерфейсом системы тестирования. Это включало привлечение дополнительных сотрудников. Техник начинал отсчет времени (в минутах) с момента подготовки измерительного оборудования в операционной, и прекращал синхронизацию, когда катушка была удалена от корпуса импланта. Удаленный эксперт регистрировал: начало сеанса дистанционного измерения; начало и окончание IFT; начало и окончание ECAP; начало и окончание eSRT.

Удаленный эксперт заканчивал синхронизацию сеанса, когда все дистанционные измерения были завершены. После каждой имплантации местный эксперт заполнял опросник о качестве сеанса, аудио- и видеосвязи и о том, как устранялись задержки.

Обработка данных проводилась с использованием непараметрического теста Wilcoxon, U-теста Mann–Whitney. Тест Колмогорова–Смирнова использовался для проверки распределения данных перед тестированием на статистическую значимость. Значение $p \leq 0,05$ считалось значительным. Для анализа использовалась IBM SPSS Statistics 19 (IBM, Armonik, New York). Цифры были созданы в Microsoft Office Excel 2010.

Результаты исследования. Побочных эффектов при проведении тестирования выявлено не было.

В течение трех сеансов измерений при дистанционном тестировании сообщалось о незначительных проблемах с сетевым соединением: во время измерения eSRT были зарегистрированы временные проблемы с интернет-соединением продолжительностью 8 секунд у 1 пациента и продолжительностью 2 минуты у 1 пациента; в 1 случае отмечалась задержка передачи видео- и ау-



Т а б л и ц а

Время (в минутах), затраченное на проведение локальных (в операционной) и дистанционных измерений

Место измерения	Значение	Pre-Start	IFT Продолж.	Gap Разрыв	ЕСАР Продолж.	Gap	eSRT Продолж.	Завершение соединения / возвращение в кабинет	Общее время
Операционная	Среднее (диапазон)	5,60 (2–11)	0,32 (0–1)	1,00 (0–2)	1,92 (1–4)	0,40 (0–1)	3,80 (2–5)	9,92 (5–15)	18,64 (15–26)
Кабинет аудиолога	Среднее (диапазон)	1,72 (0–5)	0,40 (0–1)	0,72 (0–3)	2,16 (1–8)	0,52 (0–1)	4,08 (3–5)	0,44 (0–2)	10,04 (7–17)

диосигнала. В последнем случае аудиовизуальная задержка была решена путем использования мобильного телефона.

Среднее время, затраченное на удаленное тестирование, составляло 10,04 минуты (7–17); среднее время локальных измерений составило 18,64 минуты (15–26). Временная разница в 8,6 минут была значимой ($p < 0,001$) (табл.).

Время, затраченное на проведение самих измерений, т. е. исключая время до начала измерения IFT и после завершения измерения eSRT, в среднем составило 7,88 минуты (6–15) для дистанционного тестирования и 7,04 минуты (6–9) для тестирования, проводимого в операционной. Статистически значимая ($p = 0,042$) разница – 0,84 минуты.

Режимы связи между операционной и кабинетом удаленного эксперта. По данным техника, мобильный телефон использовался во всех 25 сеансах дистанционного измерения. Удаленный эксперт сообщил, что телефон использовался до начала сеанса в 22 из 25 удаленных тестирований и во время в 2 из 25 сеансов. В этих двух сеансах телефон использовался как резервная связь, когда качество аудио- и видеосоединений было недостаточным. Программным обеспечением

(и, следовательно, всеми измерениями) можно было успешно управлять через приложение для совместного использования экрана во всех 25 удаленных сеансах.

Результаты опросников (субъективный рейтинг качества удаленного сеанса). В 19 из 25 сеансах удаленный эксперт оценил аудио, видео и общее качество как «очень хорошее». Качество звука и видео оценивалось как «хорошее» в 1 сеансе и «среднее» в 2 сеансах. В 3 сеансах общее качество оценивалось как «среднее».

Объективные интраоперационные измерения. Телеметрия импланта (IFT). Измерения IFT проводили по меньшей мере один раз для каждого пациента, и все данные телеметрии импланта были сохранены в программном обеспечении. Если во время измерения IFT состояние большего количества электродов обозначалось Н1, производилось повторное измерение IFT (полученные данные сохранялись, если Н1 были выявлены не более, чем на трех электродах).

На основе принятых измерений IFT для каждого электрода были рассчитаны средние значения по всем измерениям вместе со стандартным отклонением (для локальных и для дистанционных измерений IFT) (рис. 2).

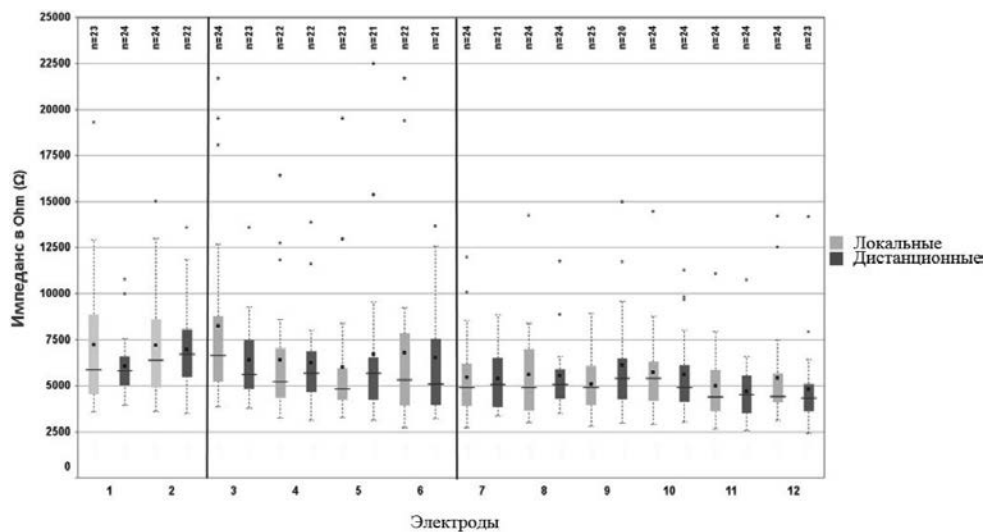


Рис. 2. Средние значения IFT.

Телеметрия ответа слухового нерва (ЕСАР). Записи ЕСАР проводили по всем электродам у всех пациентов и сохраняли в программном обеспечении для дальнейших настроек, если ЕСАР был зарегистрирован по крайней мере для одной пары электродов. Если сигнала не было, запись была аннулирована аудиологом. В связи с этим количество записей ЕСАР, доступных для анализа, было меньше общего количества проводимых измерений.

Записи ЕСАР могли быть проанализированы в 19 сеансах из 25 как при дистанционных, так и при локальных тестированиях. Общий коэффициент положительных результатов был равен 19 из 25 (76,0%).

Оценка амплитуды ЕСАР была определена для трех областей (электроды: 1 и 2 – апикальные, 3–5 – средние, 6–12 – базальные) для достижения достаточного объема выборки. Для каждой области проводился тест ранговой суммы для определения разницы ($p < 0,05$) между значениями, записанными удаленно и в условиях операционной. Пороговые значения ЕСАР в средней области были достоверно выше при дистанционных измерениях.

Определение порогов электрически вызванного стапедального рефлекса (eSRT). Измерения eSRT проводили по меньшей мере один раз для каждого пациента, и все данные eSRT были сохранены в программном обеспечении для дальнейшей настройки кохлеарных имплантов. Электроды, где не проводилось измерение eSRT, были помечены «0» и, таким образом, не рассматривались для дальнейшего анализа.

На основе принятой серии eSRT были рассчитаны средние значения по всем измерениям вместе со стандартным отклонением для каждого электрода (для дистанционных и локальных измерений eSRT). Средняя разница между тестированием в операционной и дистанционным была достоверно выше для удаленных измерений только для канала 1 ($p = 0,036$). Из этого можно сделать вывод, что данный результат случаен, так как в других объективных измерениях средняя разница не была значимой.

Обсуждение. При анализе полученных данных учитывали, прежде всего, временной фактор и результаты анкетирования аудиолога и хирурга.

Усредненные временные показатели интраоперационного тестирования кохлеарного импланта, рассчитанные при стандартном тестировании (в операционной) и удаленно (из кабинета аудиолога), отражены в таблице. Как видно из данной таблицы, время, которое затрачивает аудиолог для проведения дистанционного интраоперационного тестирования, незначительно больше, чем проведенное стандартно в операционной. Это можно связать с периодически возни-

кающими короткими сбоями в интернет-соединении, которые приводят к ухудшению аудио- и видеосвязи и требуют перепроверки. Также несколько увеличивается время за счет двойного контроля сокращения сухожилия стремянной мышцы при измерении рефлексов с помощью дистанционной отомикроскопии. Но в то же время это способствует улучшению качества интраоперационной проверки импланта и облегчает дальнейшую настройку речевого процессора.

Интраоперационные измерения, проводимые в операционной, занимали значительно больше времени, чем при дистанционном тестировании, поскольку аудиологу дополнительно приходилось затрачивать время на путь из кабинета в операционную и обратно. При проведении единичного удаленного тестирования общая экономия времени – 8,6 минуты – может показаться несущественной. Однако истинное преимущество лучше видно в более широком промежутке времени: эти 8,6 минуты следует умножить на количество измерений, проводимых в течение дня (например, после 7 таких сеансов экономия составит 1 час). В нашей клинике аудиолог может рассчитывать на проведение примерно от 20 до 30 внутриоперационных сеансов в неделю и таким образом экономить от 2,9 до 4,3 часа в неделю, выполняя их дистанционно. Данные настоящего исследования позволяют с уверенностью сказать, что вопрос не в том, могут ли удаленные интраоперационные измерения экономить время, а в том, сколько времени они экономят. Ответ в первую очередь зависит от того, насколько удален офис аудиолога от операционной в каждой отдельной клинике.

Объективные измерения при дистанционном тестировании выполнялись на 0,84 минуты дольше, чем в условиях операционной. Статистически значимая ($p = 0,042$) разница в 0,84 минуты между этими измерениями не является клинически значимой, так как компенсируется меньшим общим временем, затраченным аудиологом на проведение дистанционного тестирования. Основное различие между двумя тестированиями состояло во времени начала и окончания сеанса. В среднем аудиолог должен был покинуть кабинет за 5,60 минуты до того, как он начнет первое измерение, в то время как между началом дистанционного сеанса и первым измерением требуется всего 1,72 минуты. Точно так же время между последним измерением и возвращением в офис составило в среднем 9,92 минуты, а закрытие дистанционной сессии заняло в среднем 0,44 минуты.

IFT проводился по всем каналам для всех участников и был успешно выполнен у всех участников. Не было обнаружено существенной разницы между локальными и удаленными измерениями импеданса.



Помимо измерения временных интервалов, проводили анкетирование аудиолога и хирурга для оценки качества удаленного интраоперационного тестирования. В большинстве случаев ка-

чество интернет-соединения было хорошим, ни в одном случае не наблюдалось сбоя аудио- или видеосвязи. Оба специалиста полностью удовлетворены результатами.

Выводы

Удаленное тестирование кохлеарного импланта – это эффективный и безопасный способ проведения интраоперационных измерений без существенного влияния на полученные данные с меньшей затратой времени.

Также данная концепция позволяет снизить нагрузку на аудиолога за счет уменьшения временных затрат.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузовков В. Е., Сугарова С. Б., Лиленко А. С., Клячко Д. С., Шапорова А. В. Хирургические особенности проведения кохлеарной имплантации у детей // Балтийский бриз. Материалы I Конгресса оториноларингологов Северо-Западного федерального округа. СПб., 2017. С. 55–56.
2. Пудов В. И. Кохлеарная имплантация в вопросах и ответах. СПб.: СПб НИИ ЛОР, 2009. 28 с.
3. Kuzovkov V., Sugarova S., Yanov Y. The Mi1000 CONCERTO PIN cochlear implant: An evaluation of its safety and stability in adults and children // Acta. Otolaryngol. 2016. Vol. 136(3). P. 236–240.
4. Кузовков В. Е., Левин С. В., Пудов В. И. Телекоммуникационные технологии и кохлеарная имплантация // Мат. XVIII съезда оториноларингологов России. Т. 2. СПб., 2011. С. 99–105.
5. Кузовков В. Е., Янов Ю. К., Вахрушев С. Г., Пудов В. И., Левин С. В., Сугарова С. Б. Организация долговременной поддержки пациентов с кохлеарными имплантами в удаленных регионах // Вестн. оториноларингологии. 2011. № 3. С. 8–10.
6. Левин С. В., Кузовков В. Е., Астащенко С. В., Левина Е. А., Вахрушев С. Г., Жарский А. В. Развитие телекоммуникационных технологий в кохлеарной имплантации: особенности и перспективы // Рос. оториноларингология. 2012. № 4. С. 154–159.
7. Левин С. В., Сугарова С. Б., Кузовков В. Е. Взаимодействие ЛОР-центров при оказании высокотехнологичной медицинской помощи // Рос. оториноларингология. 2011. № 1. С. 105–109.
8. Кузовков В. Е., Янов Ю. К., Вахрушев С. Г., Торопова Л. А., Жуйкова Т. В., Пудов В. И. [и др.]. Удаленная долговременная поддержка пациентов с кохлеарными имплантами: концепция, методология и опыт применения // Рос. оториноларингология. 2010. № 6. С. 31–39.
9. Sugarova S., Levin S., Levina E., Kuzovkov V., Shaporova A., Voronov V. A long-term remote support of patients with cochlear implants: from candidacy to fitting // Journ. of Hearing Science. 2011. Vol. 1(1). P. 145.
10. Eikelboom R. H., Jayakody D. M., Swanepoel D. W., Chang S., Atlas M. D. Validation of remote mapping of cochlear implants // Journal of Telemedicine and Telecare. 2014. Vol. 20, N 4. P. 171–177.
11. Kuzovkov V., Yanov Y., Levin S., Bovo R., Rosignoli M., Eskilsson G. [et al.]. Remote programming of MED-EL cochlear implants: users' and professionals' evaluation of the remote programming experience // Acta Oto-Laryngologica. 2014. Vol. 134, N 7. P. 709–716.
12. Samuel P. A., Goffi-Gomez M. V., Bittencourt A. G., Tsuji R. K., Brito R. Remote programming of cochlear implants // CoDAS. 2014. Vol. 26, N 6. P. 481–486.
13. Wesarg T., Wasowski A., Skarzynski H., Ramos A., Falcon Gonzalez J. C., Kyriafinis G. [et al.]. Remote fitting in Nucleus cochlear implant recipients // Acta Oto-Laryngologica. 2010. Vol. 130, N 12. P. 1379–1388.
14. McElveen J. T., Blackburn E. L., Green J. D., McLear P. W., Thimsen D. J., Wilson B. S. Remote programming of cochlear implants: a telecommunications model // Otolaryngology & Neurotology. 2010. Vol. 31, N 7. P. 1035–1040.
15. Hughes M. L., Goehring J. L., Baudhuin J. L., Diaz G. R., Sanford T., Harpster R. [et al.]. Use of telehealth for research and clinical measures in cochlear implant recipients: a validation study // Journ. of Speech, Language, and Hearing Research. 2012. Vol. 55, 4. P. 1112–1127.

REFERENCES

1. Kuzovkov V. E., Sugarova S. B., Lilenko A. S., Klyachko D. S., Shaporova A. V. Khirurgicheskie osobennosti provedeniya kokhlearnoi implantatsii u detei. Baltiiskii briz. Materialy I Kongressa otorinolaringologov Severo-Zapadnogo Federal'nogo okruga [Surgical peculiarities of cochlear implantation in children. Baltiiskii briz. The materials of the Ist Congress of Otorhinolaryngologists of the North-Western Federal District]. SPb., 2017:55-56 (in Russian).
2. Pudov V. I. Kokhlearnaya implantatsiya v voprosakh i otvetakh [Cochlear implantations in questions and answers]. SPb.: SPb NII LOR, 2009. 28 (in Russian).
3. Kuzovkov V., Sugarova S., Yanov Y. The Mi1000 CONCERTO PIN cochlear implant: An evaluation of its safety and stability in adults and children. Acta. Otolaryngol. 2016;136(3):236-240.
4. Kuzovkov V. E., Levin S. V., Pudov V. I. Telekommunikatsionnye tekhnologii i kokhlearnaya implantatsiya. Mat. KhVIII s'ezda otorinolaringologov Rossii [The arrangement of long-term support of the patients with cochlear implants in the remote regions]. T. 2. SPb., 2011:99-105.
5. Kuzovkov V. E., Yanov Yu. K., Vakhrushev S. G., Pudov V. I., Levin S. V., Sugarova S. B. Organizatsiya dolgovermennoi podderzhki patsientov s kokhlearnymi implantami v udalennykh regionakh [The development of telecommunication technologies in cochlear implantation: specific features and prospects]. Vestnik otorinolaringologii. 2011;3:8–10 (in Russian).

6. Levin S. V., Kuzovkov V. E., Astashchenko S. V., Levina E. A., Vakhrushev S. G., Zharskii A. V. Razvitie telekommunikatsionnykh tekhnologii v kokhlearnoi implantatsii: osobennosti i perspektivy [The development of telecommunication technologies in cochlear implantation: specific features and prospects]. *Rossiiskaya otorinolaringologiya*. 2012;4:154-159 (in Russian).
7. Levin S. V., Sugarova S. B., Kuzovkov V. E. Vzaimodeistvie LOR-tsentrov pri okazanii vysokotekhnologichnoi meditsinskoj pomoshchi [Interaction of ENT-centers in provision of high-technology medical support]. *Rossiiskaya otorinolaringologiya*. 2011;1:105-109 (in Russian).
8. Kuzovkov B. E., Yanov Yu. K., Vakhrushev S. G., Toropova L. A., Zhuikova T. V., Pudov V. I. et al. Udalennaya dolgovremennaya podderzhka patsientov s kokhlearnymi implantami: kontseptsiya, metodologiya i opyt primeneniya [The remote long-term support of the patients with cochlear implants: concept, methodology and experience]. *Rossiiskaya otorinolaringologiya*. 2010;6:31-39 (in Russian).
9. Sugarova S., Levin S., Levina E., Kuzovkov V., Shaporova A., Voronov V. A long-term remote support of patients with cochlear implants: from candidacy to fitting. *Journal of Hearing Science*. 2011;1(1):145.
10. Eikelboom R. H., Jayakody D. M., Swanepoel D. W., Chang S., Atlas M. D. Validation of remote mapping of cochlear implants. *Journal of Telemedicine and Telecare*. 2014;20(4):171-177.
11. Kuzovkov V., Yanov Y., Levin S., Bovo R., Rosignoli M., Eskilsson G. [et al.] Remote programming of MED-EL cochlear implants: users' and professionals' evaluation of the remote programming experience. *Acta Oto-Laryngologica*. 2014;134(7):709-716.
12. Samuel P. A., Goffi-Gomez M. V., Bittencourt A. G., Tsuji, R. K., Brito R. Remote programming of cochlear implants. *CoDAS*. 2014;26(6):481-486.
13. Wesarg T., Wasowski A., Skarzynski H., Ramos A., Falcon Gonzalez J. C., Kyriafinis G. [et al.] Remote fitting in Nucleus cochlear implant recipients. *Acta Oto-Laryngologica*. 2010;130(12):1379-1388.
14. McElveen J. T., Blackburn E. L., Green J. D., McLear P. W., Thimsen D. J., Wilson B. S. Remote programming of cochlear implants: a telecommunication model. *Otology & Neurotology*. 2010;31(7):1035-1340.
15. Hughes M. L., Goehring J. L., Baudhuin J. L., Diaz G. R., Sanford T., Harpster R. [et al.] Use of telehealth for research and clinical measures in cochlear implant recipients: a validation study. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*. 2012;55(4):1112-1127.

Янов Юрий Константинович – доктор медицинских наук, профессор, академик РАН, директор Санкт-Петербургского НИИ уха, горла, носа и речи. Россия, 190013, Санкт-Петербург, Бронницкая ул., д. 9; тел. +7 (812) 316-25-01

Кузовков Владислав Евгеньевич – доктор медицинских наук, руководитель отдела диагностики и реабилитации нарушений слуха Санкт-Петербургского НИИ уха, горла, носа и речи. Россия, 190013, Санкт-Петербург, Бронницкая ул., д. 9; тел. +7 (921) 926-50-48, e-mail: v_kuzovkov@mail.ru

Сугарова Серафима Борисовна – кандидат медицинских наук, научный сотрудник отдела диагностики и реабилитации нарушений слуха Санкт-Петербургского НИИ уха, горла, носа и речи. Россия, 190013, Санкт-Петербург, Бронницкая ул., д. 9; тел. +7 (905) 256-89-20, e-mail: sima.sugarova@gmail.com

Левин Сергей Владимирович – кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник отдела диагностики и реабилитации нарушений слуха Санкт-Петербургского НИИ уха, горла, носа и речи. Россия, 190013, Санкт-Петербург, Бронницкая ул., д. 9; тел. +7 (921) 632-45-78, e-mail: 4953671@mail.ru

Лиленко Андрей Сергеевич – младший научный сотрудник отдела диагностики и реабилитации нарушений слуха Санкт-Петербургского НИИ уха, горла, носа и речи. Россия, 190013, Санкт-Петербург, Бронницкая ул., д. 9; тел. +7 (911) 980-61-19, e-mail: aslilenko@gmail.com

Клячко Дмитрий Семенович – кандидат медицинских наук, научный сотрудник отдела диагностики и реабилитации нарушений слуха Санкт-Петербургского НИИ уха, горла, носа и речи. Россия, 190013, Санкт-Петербург, Бронницкая ул., д. 9; тел. +7 (921) 956-53-59, e-mail: rip.tor@yandex.ru

Костевич Игорь Васильевич – клинический аспирант отдела диагностики и реабилитации нарушений слуха Санкт-Петербургского НИИ уха, горла, носа и речи. Россия, 190013, Санкт-Петербург, Бронницкая ул., д. 9; тел. +7 9(11) 952-06-77, e-mail: igor-doc.ne@mail.ru

Yurii Konstantinovich Yanov – MD, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Director of Saint Petersburg Research Institute of Ear, Throat, Nose and Speech. Russia, 190013, Saint Petersburg, 9, Bronnitskaia str., tel.: +7 (812) 316-25-01.

Vladislav Evgen'evich Kuzovkov – MD, Head of the Department of Diagnostics and Rehabilitation of Hearing Disorders of Saint Petersburg Research Institute of Ear, Throat, Nose and Speech. Russia, 190013, Saint Petersburg, 9, Bronnitskaia str., tel.: +7 (921) 926-50-48, e-mail: v_kuzovkov@mail.ru

Serafima Borisovna Sugarova – MD Candidate, research associate of the Department of Diagnostics and Rehabilitation of Hearing Disorders of Saint Petersburg Research Institute of Ear, Throat, Nose and Speech. Russia, 190013, Saint Petersburg, 9, Bronnitskaia str., tel.: 7 (905) 256-89-20, e-mail: sima.sugarova@gmail.com

Sergei Vladimirovich Levin – MD Candidate, senior research associate of the Department of Diagnostics and Rehabilitation of Hearing Disorders of Saint Petersburg Research Institute of Ear, Throat, Nose and Speech. Russia, 190013, Saint Petersburg, 9, Bronnitskaia str., tel.: +7 (921) 632-45-78, e-mail: 4953671@mail.ru

Andrei Sergeevich Lilenko – junior research associate of the Department of Diagnostics and Rehabilitation of Hearing Disorders of Saint Petersburg Research Institute of Ear, Throat, Nose and Speech. Russia, 190013, Saint Petersburg, 9, Bronnitskaia str., tel.: +7 (911) 980-61-19, e-mail: aslilenko@gmail.com

Dmitrii Semenovich Klyachko – MD Candidate, research associate of the Department of Diagnostics and Rehabilitation of Hearing Disorders of Saint Petersburg Research Institute of Ear, Throat, Nose and Speech. Russia, 190013, Saint Petersburg, 9, Bronnitskaia str., tel.: +7 (921) 956-53-59, e-mail: rip.tor@yandex.ru

Igor' Vasil'evich Kostevich – clinical post-graduate student of the Department of Diagnostics and Rehabilitation of Hearing Disorders of Saint Petersburg Research Institute of Ear, Throat, Nose and Speech. Russia, 190013, Saint Petersburg, 9, Bronnitskaia str., tel.: +7 9(11) 952-06-77, e-mail: igor-doc.ne@mail.ru