Научная статья
Original article
УДК 376.33

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СВЧ ИЗЛУЧЕНИЯ МАЛОЙ МОЩНОСТИ ВЗАМЕН ЭЛЕКТРОДНОМУ МАССИВУ КОХЛЕАРНОГО ИМПЛАНТА

THE USE OF LOW POWER SHF RADIATION TO REPLACE THE ELECTRODE ARRAY OF THE COCHLEAR IMPLANT

Асведов Магомед Шамхалович, Студент 6-го курса, ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный медицинский университет», Россия, г. Махачкала

Магомедов Магомед Алиасхабович, аспирант 2-го года обучения, ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет», Россия, г. Махачкала.

Шехшебекова Алпият Муртазалиевна, Студент 6-го курса, ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный медицинский университет», Россия, г. Махачкала

Asvedov Magomed Shamkhalovich, 6th year student, FSBEI HE "Dagestan State Medical University", Russia, Makhachkala

Magomedov Magomed Aliaskhabovich, 2nd year postgraduate student, FSBEI HE "Dagestan State Technical University", Russia, Makhachkala

Shekhshebekova Alpiyat Murtazalievna, 6th year student, FSBEI HE "Dagestan State Medical University", Russia, Makhachkala

Аннотация: Люди с нарушением слуха считаются «инвалидами» и во многом ограничены в социуме. Глухонемые сталкиваются с проблемами получения образования, дальнейшего трудоустройства и получения равенства в обществе и на рынке труда. Глубокая потеря слуха имеет серьезные последствия, как для зрелых, так и для формирующихся личностей человека и его семьи. Это касается как врожденно глухих детей, так и взрослых, подростков, внезапно или постепенно теряющих слух. На протяжении всей истории предпринимались попытки найти доступные вспомогательные средства, которые могли бы улучшить их слух. Для них были изобретены и использовались различные устройства, например: рупоры, морские раковины, раструбы, слуховые трубки, слуховые рожки и т.п. Изобретение телефона (Александр Белл) в 1876 году и угольного микрофона (Дэвид Хьюз) произвело революцию в коммуникационных технологиях и имело значительное влияние на конструкцию специальных приспособлений для глухих. Во многих случаях провести коррекцию слуха позволяет слуховой аппарат. Однако при значительном повреждении или полной утрате волосковых клеток в улитке преобразование звуковых волн в электрические сигналы, необходимые головному мозгу для восприятия звука, становится невозможным. Однако существуют устройства, направленные на восстановление слуха глухонемого. Одним из самым популярным устройством является Кохлеарный имплантат. Кохлеарный имплантат состоит из внешней (носимой) и внутренней (имплантируемой) части. Кохлерный имплантат имеет ряд недостатков. Имплантирующая часть кохлеарного имплантата имеет электрический массив, направленный на возбуждение волосковых клеток внутреннего уха где происходит генерация электрических импульсов. В силу своей физической особенности, электрический массив хирургическим методом вживляется в ушную улитку что создает ряд ограничений длительную реабилитацию и болевые ощущения.

Annotation: People with hearing impairment are considered "disabled" and are largely limited in society. Deaf-mutes face problems of obtaining education,

further employment and obtaining equality in society and in the labor market. Profound hearing loss has serious consequences for both mature and emerging personalities of a person and his family. This applies to both innately deaf children and adults, adolescents who suddenly or gradually lose their hearing. Throughout history, attempts have been made to find available aids that could improve their hearing. Various devices were invented and used for them, for example: horns, seashells, trumpets, hearing tubes, hearing horns, etc. The invention of the telephone (Alexander Bell) in 1876 and the carbon microphone (David Hughes) revolutionized communication technologies and had a significant impact on the design of special devices for the deaf. In many cases, hearing correction allows hearing aid. However, with significant damage or complete loss of hair cells in the cochlea, the conversion of sound waves into electrical signals necessary for the brain to perceive sound becomes impossible. However, there are devices aimed at restoring the hearing of a deaf-mute. One of the most popular devices is a Cochlear implant. A cochlear implant consists of an external (wearable) and an internal (implantable) part. The cochlear implant has a number of disadvantages. The implanting part of the cochlear implant has an electrical array aimed at stimulating the hair cells of the inner ear where electrical impulses are generated. Due to its physical peculiarity, the electric array is surgically implanted into the cochlea, which creates a number of limitations for long-term rehabilitation and pain.

Ключевые слова: глухонемые, сенсоневральная тугоухость, кохлеарный имплантат, электродный массив, сверх высокая частота, СВЧ.

Key words: deaf and dumb, sensorineural hearing loss, cochlear implant, electrode array, ultrahigh frequency UNF.

Известно, что глубокая потеря слуха имеет серьезные последствия, как для зрелых, так и для формирующихся личностей человека и его семьи. Это касается как врожденно глухих детей, так и взрослых, подростков, внезапно или постепенно теряющих слух. На протяжении всей истории предпринимались попытки найти доступные вспомогательные средства,

которые могли бы улучшить их слух. Для них были изобретены и использовались различные устройства, например: рупоры, морские раковины, раструбы, слуховые трубки, слуховые рожки и т.п. Изобретение телефона (Александр Белл) в 1876 году и угольного микрофона (Дэвид Хьюз) произвело революцию в коммуникационных технологиях и имело значительное влияние на конструкцию специальных приспособлений для глухих. Во многих случаях провести коррекцию слуха позволяет слуховой аппарат. Однако при значительном повреждении или полной утрате волосковых клеток в улитке преобразование звуковых волн в электрические сигналы, необходимые головному мозгу для восприятия звука, становится невозможным. В этом случае необходима установка кохлеарного импланта.

До недавнего времени помощь больным с тяжелой потерей слуха сенсоневрального генеза, в основном, предполагала проведение консервативных мероприятий. Они включали в себя как правило медикаментозное лечение и реабилитацию больных в том числе посредством слухопротезирование хирургическим вмешательством. Медикаментозное лечение данной патологии практически не используются.

Последние годы ознаменовались появлением принципиально нового хирургического метода реабилитации больных с выраженными нарушениями слуха или даже полной глухотой метод был назван электродным слухопротезированием. Возможность оказания помощи таким пациентам стало реальностью

Метод заключается в проведении к сохранившиеся периферическим невральной структурам слуховой системы электродов с последующей их стимуляции и формированием у пациента слуховых ощущений. Объектом стимуляции могут быть остатки слухового нерва в улитке или слуховые ядра в стволе головного мозга в соответствии с этим имплантация может быть кохлеарной или стволовой

В настоящее время наиболее распространенным видом электродного слухопротезирования является первый подход кохлеарной имплантации предполагающая использование кохлеарного импланта (далее-КИ).

Кохлеарный имплантат — это устройство выполняющая функцию поврежденных или отсутствующих волосковых клеток улитки, отвечающих за обеспечение электрической стимуляции сохраненных нервных волокон.

Анатомически слуховую систему разделяют на наружное, среднее и внутреннее ухо, слуховой нерв и центральные слуховые пути. Если говорить о слуховом аппарате как системе восприятия звука, то можно выделить звукопроводящую или кондуктивную ее часть (наружное и среднее ухо) и звуковоспринимающую или нейросенсорную часть (от внутреннего уха до слуховой зоны коры головного мозга) [1]. Наружное ухо включает ушную раковину и наружный слуховой проход, которые улавливают, усиливают и проводят звук, определяют его локализацию, а также выполняют защитную и резонансную функции. Среднее ухо представлено барабанной перепонкой, которая разделяет наружный слуховой проход и среднее ухо, и цепью слуховых косточек − молоточком, наковальней и стремечком, прилегающим к мембране овального окна. Среднее ухо усиливает и проводит звук к внутреннему уху, выполняет защитную функцию.

Наружная часть Кохлеарного имплантата включает микрофон, речевой процессор для преобразования звука в электрические импульсы и передатчик, который питается от батарейки и выглядит как слуховой аппарат. Внутренняя часть включает приемник, имплантированный под кожу головы, и цепочку электродов (электродный массив), вживленных внутрь улитки (Рис 1). Электродный массив состоит из 12-22 многоканальных электродов и непосредственно соприкасается с веточками слухового нерва, иннервирующими разные участки базилярной мембраны улитки.

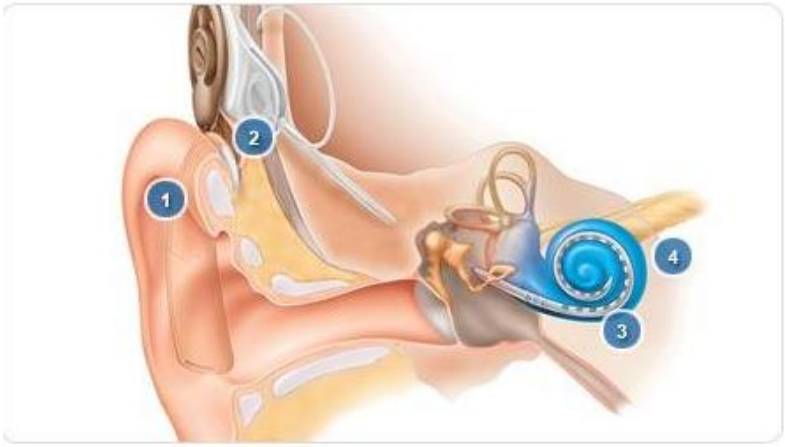


Рис 1. Строение кохлеарного импланта внутри уха.

Направленный микрофон (1) улавливает звуки окружающего мира и преобразует их в электрические сигналы, передаваемые в речевой процессор (1) (в данной модели кохлеарного импланта микрофон и речевой процессор совмещены в одном корпусе) в речевом процессоре осуществляется частотный анализ сигнала и его кодирования в соответствии с выбранной стратегией. Закодированная звуковая информация передается с речевого процессора на передающую катушку (2), от неё сигналы в виде радиоволн передаются через кожу на приёмник-стимулятор где они трансформируются в электрические импульсы, затем эти импульсы по электродной решётке (3) поступают во внутреннее ухо где осуществляется стимуляция волокон слухового нерва и пациент начинает слышать(4).

Однако, несмотря на такое новшество, имеются проблемы и недостатки кохлеарного имплантата. После хирургического вмешательства и установки электродного массива у пациентов возникают осложнения. Операция может привести к:

- потери координации и головокружению;
- болезненности в области внутреннего уха;
- повреждению структур лицевого нерва;
- головной боли;
- звону в ушах;
- летальному исходу.

Для создания более безопасного метода восстановления слуха необходимо устранить электродный массив кохлеарного импланта. Функции электродного массива будет выполнять излучатель сверх высокой частоты (далее-СВЧ). Одним из примеров проявления воздействия на человеческий организм импульсного СВЧ-излучения является слуховой эффект, часто называемый в литературе «радиозвук» — отклик биологической системы на мгновенное изменение величины излучаемой электромагнитной энергии, проявляющийся в объективном восприятии человеком этих изменений. Это восприятие выражается в возникновении слухового ощущения при облучении головы человека импульсами электромагнитной энергии СВЧ. На это явление обратили внимание, когда лица, обслуживающие радиолокационные станции, работающие в импульсном режиме, случайно оказались в зоне действия излучающей антенны. Было отмечено, что у людей возникает ощущение звука самых различных окрасок. Впервые изучением этого явления занялся американский исследователь А.Фрай [4], который в лабораторных условиях воспроизвел эффект радиозвука. Им же были выдвинуты некоторые предположения относительно возможного механизма этого явления. Попытку объяснить механизм возникновения радиозвука предпринял спустя почти полтора десятилетия Дж.Лин [5]. Гипотеза, предложенная Дж.Лином, наиболее значима в истории исследования радиозвука. Предлагаемая им трактовка радиозвука была разработана под влиянием более ранних работ Фостера и Финча [6], а также Уайта [7], которые показали, что при облучении некоторых жидкостей, в частности 0,15 М раствора КС1, импульсами СВЧ возбуждаются механические колебания звуковой частоты. Дж.Лин развил термоэластическую концепцию радиозвука, основанную на предположении, что при облучении головы человека в результате поглощения электромагнитной энергии тканями мозга происходит быстрое расширение этих тканей — термоупругий удар, который возбуждает механические колебания. Эти колебания приводят к возникновению у человека звуковых ощущений.

На основе этой теории можно провести практическое исследование разработав стенд генерации СВЧ излучения направленного типа с регулируемой мощностью и частотой. Первое практическое исследование обнаруженного феномена положила техническая заметка А.Фрая [4].

В экспериментах использовался генератор с частотой несущей 1,31 - 2,982 ГГц. Генератор излучал прямоугольные радиоимпульсы длительностью 6 мкс с частотой 244 Гц, второй—1 мкс, 400 Гц. Испытуемые располагались на расстоянии 6 м от излучающей антенны. Уши при этом закрывались специальными заглушками, что позволяло снизить уровень окружающего шума до 40-50дБ над абсолютным порогом слуха (АПС), равным 0,0002дин-см2. В экспериментах участвовало 8 человек. Всеми лицами ощущался жужжащий характер звука. Ощущение возникало без заметного латентного периода, сразу после включения генератора или попадания человека в зону облучения (Рис.1).

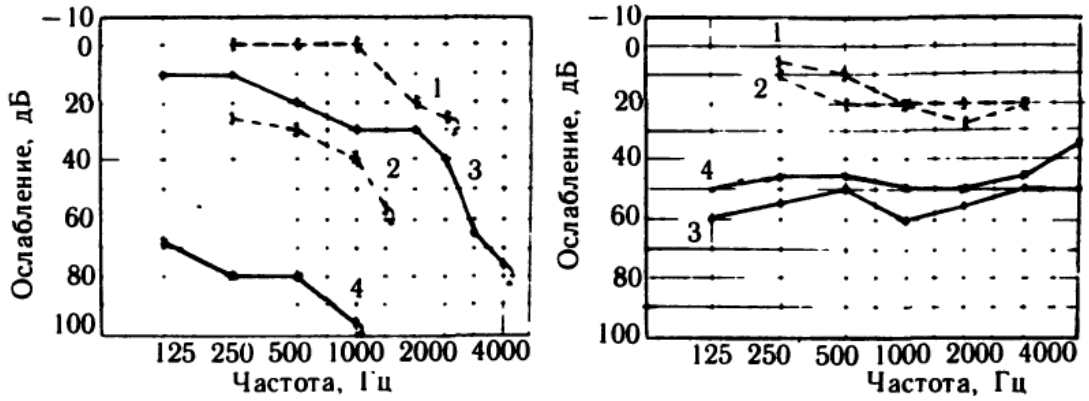


Рис. 1. Аудиограммы испытуемого. №1: радиозвук не воспринимался даже при 30-кратном превышении плотности мощности, необходимой для нормального восприятия (удален сосцевидный отросток)

1— костная проводимость (правое ухо);

2— костная проводимость (левое ухо);

3—воздушная проводимость (правое ухо);

4— воздушная проводимость (левое ухо).

На основе практического исследования можно предположить, что с помощью правильно настроенного генератора СВЧ возможно сгенерировать электрические импульсы в слуховом аппарате внутреннего уха. Данные импульсы будут восприниматься как звуковые и глухонемые смогут ощущать некоторый звуковой зуммер или треск. Наложив правильную модуляцию излучения СВЧ, глухонемой будет слышать отчетливые звуки. Данный метод позволит обойтись без электродного массива тем самым уменьшит физические ограничения и откроет большие возможности перед глухонемым.

Список литературы

1. Органы слуха и равновесия – анатомия, физиология, методы исследования. Учебное пособие. Под ред. В.Т. Пальчуна. М., 2016. 119 с.
2. Анатомия, физиология и патология органов слуха / автор-составитель Е. А. Кондратенкова. Могилев: МГУ имени А.А. Кулешова, 2018. 40 с.
3. 3.Сахарчук Т. В. Функциональная анатомия органа слуха: учебно-методическое пособие. Минск: БГМУ, 2011. 24 с.
4. Frey A.H. Auditory System Response to Radiofrequency Energy//Aerospace.
5. Lin J C. Theoretical Analysis of Microwave-Generated Auditory Effects in Animals and Man//Biological Effects of Electromagnetic Waves. Selected Papers of the USNC/URSI Annual Meeting//Boulder, CO 1975. V. 1. P. 36—47
6. Foster K.R., Wide r ho Id M.L. Auditory Responses in Cats Produced by Pulsed Ultrasound//J. Acoust. Soc. Amer. 1978. V. 63. No 4. P. 1199—1205.
7. White R M. Generation of Elastic Waves by Transient Surface Heating//J Appl Physics. 1963. V. 34. No 12 P. 3559—3567.

Bibliography

1. Organs of hearing and balance - anatomy, physiology, research methods. Tutorial. Ed. V.T. Palchun. M., 2016.119 p.
2. Anatomy, physiology and pathology of the organs of hearing / compiled by E. A. Kondratenkova. Mogilev: Moscow State University named after A.A. Kuleshova, 2018.40 p.

3. Sakharchuk T. V. Functional anatomy of the organ of hearing: a teaching aid. Minsk: BSMU, 2011.24 p.
4. Frey A.H. Auditory System Response to Radiofrequency Energy // Aerospace.
5. Lin J C. Theoretical Analysis of Microwave-Generated Auditory Effects in Animals and Man // Biological Effects of Electromagnetic Waves. Selected Papers of the USNC / URSI Annual Meeting // Boulder, CO 1975. V. 1. P. 36-47
6. Foster K.R., Wide rho Id M.L. Auditory Responses in Cats Produced by Pulsed Ultrasound // J. Acoust. Soc. Amer. 1978. V. 63. No 4. P. 1199-1205.
7. White R M. Generation of Elastic Waves by Transient Surface Heating // J Appl Physics. 1963. V. 34. No 12 P. 3559-3567.

© Асведов М.Ш., Магомедов М.А., Шехшебекова А.М., 2021 Научно-образовательный журнал для студентов и преподавателей «StudNet» №12/2021.

Для цитирования: Асведов М.Ш., Магомедов М.А., Шехшебекова А.М. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СВЧ ИЗЛУЧЕНИЯ МАЛОЙ МОЩНОСТИ ВЗАМЕН ЭЛЕКТРОДНОМУ МАССИВУ КОХЛЕАРНОГО ИМПЛАНТА// Научно-образовательный журнал для студентов и преподавателей «StudNet» №12/2021.