

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА

**АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ
БИОЛОГИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ И ХИМИИ**

БФФХ – 2021

*Материалы XVI международной научной конференции
г. Севастополь, 13-17 сентября 2021 г.*

**MODERN TRENDS IN BIOLOGICAL PHYSICS AND CHEMISTRY
BPPC – 2021**

*Proceedings of XVI International Scientific Conference
Sevastopol, 13-17 of September, 2021*

Севастополь 2021

СЕКЦИЯ 3. МЕДИЦИНСКАЯ БИОФИЗИКА И БИОФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

ОПТИМИЗАЦИИ ПЕРЕДАТОЧНОЙ ФУНКЦИИ ВЕСТИБУЛЯРНОГО ИМПЛАНТА Optimization of the Transmission Function of the Vestibular Implant

Акинина М. Д., Демкин В.П.

Томский государственный университет, г. Томск, РФ, *maakin1993@yandex.ru*

По данным исследований профессора Неухаузера Г.К. (2005) 7 млн человек имеют расстройства периферического вестибулярного анализатора (доброкачественное пароксизмальное позиционное головокружение, болезнь Меньера, вестибулярный нейронит), что приводит к потере работы и ухудшению качества жизни пациентов.

В случае односторонней потери вестибулярной функции возможно компенсаторное восстановление ее посредством функционирования одного из вестибулярных органов. При двусторонней вестибулярной дисфункции единственным методом лечения является имплантация искусственным протезом, с помощью которого возможно частично восстановить утраченные функции, позволяющие вести «нормальную жизнь».

Имеющиеся сегодня образцы вестибулярных имплантов далеки от совершенства, причиной тому являются проблемы, связанные с электропроводящими свойствами тканей вестибулярного лабиринта, оказывающими влияние на изменение характеристик стимулирующего импульса импланта, его амплитудно-частотных и фазовых параметров.

Основная идея вестибулярного импланта – это непосредственная электростимуляция вестибулярного нерва с помощью электрических импульсов определенной формы, частоты и амплитуды. Она базируется на том, что лабиринты здорового человека кодируют информацию о положении головы с помощью электрических импульсов, формируемых рецепторами (волосными клетками) вестибулярной системы. Качество вестибулярного импланта зависит от его передаточной функции, способности передавать стимулирующие импульсы от стимулирующего электрода на окончание вестибулярного нерва [1].

Новый тип бионного уха во многом сходен с кохлеарным (улиточным) имплантом, который восстанавливает слух путем электрической стимуляции участков слухового нерва. Он возвращает чувство равновесия благодаря стимуляции вестибулярного нерва, в норме передающего сигналы от вестибулярного лабиринта в головной мозг. Электрический контакт с нервом, обеспечиваемый имплантом, позволяет обойти поврежденную вестибулярную систему [1,2].

По данным исследований группы ученых университета Маастрихта (Нидерланды) и Томского государственного университета (Россия) (2015-2019) были выявлены функционально-технические недостатки имеющихся вестибулярных имплантов, которые связаны с влиянием электропроводящих свойств тканей вестибулярного лабиринта на ухудшение амплитудно-частотных и фазовых характеристик стимулирующего импульса импланта и ограничение его передаточной функции, не соответствующей требованиям качества жизни пациента [4].

Полученные, в работах ученых, формулы и проведенные расчеты амплитудных и фазовых характеристик стимулирующего тока на основе экспериментальных данных об электрофизических и анатомических характеристиках тканей вестибулярного лабиринта морской свинки позволили выявить закономерности распространения тока через ткани вестибулярного лабиринта [3,4].

На основе измеренных значений выходного сигнала на окончании вестибулярного нерва вычислена передаточная функция вестибулярного лабиринта при стимуляции нерва с верхнего, горизонтального и заднего полукружных каналов, и исследована ее частотная зависимость. Показано, что при возрастании частоты передаточная функция стремится к ее асимптотическому значению. Обнаружено, что передаточная функция вестибулярного лабиринта для стимулирующих импульсов, исходящих от электрода, расположенного в заднем полукружном канале значительно меньше, чем для стимулирующих импульсов от электродов, расположенных в верхнем и горизонтальном полукружных каналах.

Проведена оптимизация передаточной функции по параметрам эквивалентной электрической цепи замещения, соответствующей максимальному значению амплитуды выходного сигнала. Численный анализ показал, что при оптимальных параметрах электрической цепи увеличение передаточной функции возможно в 1.5 раза.

1. Fornos A.P., Guinand N., van de Berg R. et al. // *Frontiers in Neurology*, 2014, vol. 5, pp. 1-10.
2. Kosivtsova O.V., Yavorskaya S.A., Fateeva T.G. Vestibular vertigo treatment in a polymorbid patient // *Neurology, neuropsychiatry, psychosomatics*, 2018, vol. 10 (1), pp. 96-101.
3. Perez Fornos A., Guinand N., Van De Berg R. et al. Artificial balance: restoration of the vestibulo-ocular reflex in humans with a prototype vestibular neuroprosthesis // *Frontiers in Neurology*, 2014, vol. 5.

4. Demkin V.P., Melnichuk S.V., Shchetinin P.P. et al. Electrophysical properties and determination of the impedance of vestibular labyrinth tissues // Russian Physics Journal, 2019, vol. 61, no. 11, pp. 68-75.

ОСОБЕННОСТИ ФОТОСЕНСИБИЛИЗИРУЮЩИХ СВОЙСТВ МЕТИЛЕНОВОГО СИНЕГО И БЕНГАЛЬСКОГО РОЗОВОГО В ПРИСУТСТВИИ АМФИФИЛЬНЫХ ПОЛИМЕРОВ Peculiarities of Methylene Blue and Rose Bengal Photosensitizing Properties of in the Presence of Amphiphilic Polymers

Аксенова Н.А.^{1,2}, Тимашев П.С.^{1,2,3}, Соловьева А.Б.¹

¹ Федеральный исследовательский центр химической физики им. Н.Н.Семенова РАН, г. Москва, РФ

² Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский университет), г. Москва, РФ, *naksenova@mail.ru*

³ Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, г. Москва, РФ,

Метод фотодинамической терапии (ФДТ) в лечении рака основан на способности некоторых веществ – фотосенсибилизаторов (ФС) – избирательно накапливаться в опухолевых клетках и при воздействии света определенной длины волны генерировать синглетный кислород 1O_2 и другие его активные формы, которые оказывают токсическое действие на опухолевые ткани [1]. В последнее время метод ФДТ стали применять при лечении гнойных ран, трофических язв, ожогов и других повреждений кожи, сформировалось отдельное направление в терапии ран – антимикробная фотодинамическая терапия (АФДТ) [1, 2]. По сравнению с традиционной противомикробной терапией, использующей, чаще всего, антибиотики, АФДТ обладает важными преимуществами, в частности, преодолевает множественную лекарственную устойчивость микроорганизмов, стабильно растущую последние годы, не вызывает резистентности [2]. В качестве ФС часто используют вещества, имеющие хлориновую (например, препарат Фотодитазин), порфириновую или фталоцианиновую природу, а также вещества непорфириновой природы, в частности, фенотиазиновый краситель метиленовый синий (МС), а также ксантоновый краситель бенгальский розовый (БР) [3, 4]. Непорфириновые фотосенсибилизаторы (НФС) имеют ряд преимуществ перед порфириновыми (хлориновыми) ФС. В частности, эти препараты достаточно дешевы. Кроме того, НФС (в отличие от порфиринов) имеют интенсивные полосы поглощения в красной и ближней инфракрасной ($\lambda = 620\text{--}850$ нм) областях спектра, где наблюдается наибольшее пропускание света живыми тканями. Также НФС обладают высокой фотостойкостью. В данной работе изучены фотосенсибилизирующие свойства МС и БР в отсутствие и в присутствии амфифильных полимеров в модельной реакции окисления триптофана синглетным кислородом.

Показано, что в наибольшей степени улучшают функциональные свойства НФС плуроники – блоксополимеры этилен- и пропиленоксида. Также показано, что при повышении концентрации НФС эффект повышения фотоактивности возрастает, тогда как для порфириновых ФС, как было показано ранее [5], влияние полимеров усиливалось при уменьшении концентрации фотосенсибилизаторов.

Высказаны предположения о протекании процессов дезагрегации НФС в результате взаимодействия красителей с амфифильными полимерами. Выводы о дезагрегации МС и БР в присутствии АП сделаны на основании анализа спектральных характеристик систем краситель-полимер и анализа методом светорассеяния размеров частиц вышеуказанных систем.

Работа выполнена в рамках Госзадания (№ 0082-2019-0012, АААА-А20-120021190043-7).

1. Hamblin M.R., Hasan T. // Photochemical & Photobiological Sciences, 2004, vol. 3, no. 5, pp. 436-450.
2. Странадко Е.Ф., Кулешов И.Ю., Караханов Г.И. // Лазерная медицина, 2010, т. 14, № 2, с. 52-56.
3. Tardivo J.P., Giglio A.D., De Oliveira C.S. et al. // Photodiagnosis and Photodynamic Therapy, 2005, vol. 2, no. 3, pp. 175-191.
4. Houang J., Perrone G.G., Pedrinazzi C. et al. // Advanced Therapeutics, 2019, vol. 2, iss.2, paper no. 1800105.
5. Горюх Ю.А., Аксенова Н.А., Соловьева А.Б. и др. // ЖФХ, 2011, т. 85, № 5, с. 959-963.