

При увеличении индекса n частоты поверхностных волн медленно сдвигаются в область оптических частот. Частоты $f_n^{(1)}, f_n^{(1)}$ не зависят от порядка симметрии m , при этом меняется пространственная структура поверхностных электромагнитных волн. При уменьшении толщины экрана на порядок частоты поверхностных волн на порядок увеличиваются.

Библиографический список

1. Ерофеев В. Т. Модели граничных условий на композиционных экранах для электромагнитных полей с осевой симметрией // Известия НАН Беларуси. Сер. физ.-мат. Наук, 2010, № 2, С. 41–45.
2. Ерофеев В. Т. Моделирование поверхностных электромагнитных волн с осевой симметрией на биизотропном однослойном плоском экране // Информатика, 2019, Т. 16, № 4, С. 63–76.
3. Ерофеев В. Т., Козловская И. С. Аналитическое моделирование в электродинамике // М.: Либроком, 2014, 304 с.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОТОКОЛА СИСТЕМНОГО И ЛОКАЛЬНОГО ТГЧ-ОБЛУЧЕНИЯ ПРИ ДЕНТАЛЬНОЙ ИМПЛАНТАЦИИ НА ФОНЕ ХРОНИЧЕСКОЙ ТАБАЧНОЙ ИНТОКСИКАЦИИ (ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ)

Н.И. Макарова¹, Н.В. Булкина², Л.А. Зюлькина¹

¹Пензенский государственный университет

²Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского

E-mail: n1stom@yandex.ru

Табакокурение оказывает негативное воздействие на состояние многих систем организма человека, в том числе на его стоматологический статус. Ухудшение микроциркуляции крови в совокупности со снижением уровня гигиены и изменениями микробиологического профиля, регистрируемые на фоне курения, могут приводить к ухудшению интеграции имплантата и развитию осложнений. В статье описывается экспериментальное исследование применения электромагнитного излучения терагерцового диапазона (ЭМИ ТГЧ) на частоте молекулярного спектра излучения и поглощения атмосферного кислорода 129,0 ГГц при дентальной имплантации.

Ключевые слова: терагерцовые волны, дентальная имплантация, табачная интоксикация.

Табакокурение является одной из самых распространенных вредных привычек. Множеством исследователей со всего мира показана взаимосвязь пристрастия к табаку с развитием и прогрессированием заболеваний сердца и сосудов, легких, костей, а также с новообразованиями различных локализаций [1].

Известно, что хроническое воздействие табачного дыма негативно сказывается на состоянии стоматологического здоровья. Показано

возрастание частоты заболеваний пародонта у курильщиков, что связывают с ухудшением гигиенического состояния полости рта, нарушениями локальной микроциркуляции и изменениями микробиоценоза [2,3].

Кроме того, курение повышает вероятность неудачного исхода имплантологического лечения. У курильщиков чаще возникает периимплантит, наблюдается более значительная потеря костной ткани вокруг имплантата, по сравнению с не страдающими этой вредной привычкой пациентами [4].

В качестве способа коррекции негативного воздействия табачного дыма и улучшения условий для дентальной имплантации может быть использовано физиотерапевтическое воздействие.

В опубликованных ранее работах продемонстрировано, что электромагнитное излучение терагерцового диапазона частот (ЭМИ ТГц) показало эффективность при нарушениях системной гемодинамики, а также при нарушениях микроциркуляции крови в пародонте при воспалительных и дистрофических процессах, в том числе на фоне хронической табачной интоксикации [5-7].

Цель данного исследования: оценить эффективность применения протокола комплексного воздействия электромагнитного излучения терагерцового диапазона на частоте молекулярного спектра излучения и поглощения атмосферного кислорода 129,0 ГГц при дентальной имплантации на фоне хронической табачной интоксикации в эксперименте.

Исследование проводилось на 18 половозрелых кроликах-самцах в условиях лаборатории ООО "Центр доклинических исследований", г.Пенза. Эксперимент, содержание животных и выведение их из эксперимента проводились с соблюдением необходимых нормативных актов и были одобрены Комитетом по Этике ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского» Минздрава России (протокол № 2 от 01.10.2019г.).

У всех животных моделировали состояние хронической табачной интоксикации с помощью известной модели [8] в течение 6 недель до операции дентальной имплантации. Все опытные животные были разделены на 2 группы по 9 кроликов: в 1-ой группе физиотерапевтического воздействия не производилось. Во 2-ой группе производилось локальное и системное воздействие ЭМИ ТГц МСИП атмосферного кислорода 129,0 ГГц на область предполагаемого оперативного вмешательства и проекцию мечевидного отростка грудины по 15 минут в каждой локализации, в течение 5 дней до оперативного вмешательства и 5 дней в постоперационном периоде.

Операция дентальной имплантации проводилась под общей анестезией (золетил 100 – 0,1 мл/кг в/м; ксилазин 2% - 0,4мл/кг в/м; пропофол 0,5мл/кг в час) и инфильтрационной анестезией раствором артикаина 4%:

после удаления резца нижней челюсти препарировали лунку фрезами имплантологического набора «Dio» («DIO Corporation», Южная Корея), затем в нее инсталлировали дентальный имплантат той же фирмы, устанавливали винт-заглушку, и накладывали швы на рану.

Выведение животных из эксперимента осуществляли путем передозировки эфирного наркоза через 14 дней, 1 месяц и 3 месяца после оперативного вмешательства, после чего производился забор костного блока, содержащего дентальный имплантат. Гистоморфометрическое исследование полученных препаратов проводилось на микроскопе МИКМЕД v.6.6 при увеличении $\times 200$, $\times 400$.

Для оценки уровня интеграции дентального имплантата в костной ткани оценивалась средняя толщина соединительнотканной прослойки между ним и окружающей костью. Было выявлено, что значения данного параметра в 1-ой и 2-ой группах на 14-е сутки существенно не различались, составляя $51,8 \pm 3,4$ и $51,3 \pm 3,3$ мкм, соответственно. Однако в дальнейшем, в 1-ой группе наблюдалось значительное увеличение этого показателя до $76,4 \pm 3,5$ мкм на 30-е сутки с последующим снижением до $40,4 \pm 2,9$ мкм на 90-е сутки. Во 2-ой группе, где применялось ТГЧ-облучение, данный показатель показал более плавную динамику снижения: до $42,7 \pm 3,4$ мкм через 1 месяц и до $39,9 \pm 2,9$ мкм через 3 месяца после операции.

Адекватный уровень кровоснабжения тканей является важным условием нормального течения репаративных процессов в области установленного дентального имплантата. Оценивая объемную долю кровеносных сосудов, мы видим, что в 1-ой группе она была ниже на всех сроках ($p < 0,05$), составляя $2,0 \pm 0,2\%$ на 14-е сутки, $2,8 \pm 1,0\%$ на 30-е сутки и $3,3 \pm 0,6\%$ на 90-е сутки. При этом во 2-ой группе были показаны не только более высокие значения данного показателя: $2,9 \pm 0,3\%$, $4,3 \pm 0,5\%$ и $4,3 \pm 0,6\%$ на аналогичных сроках, но и их относительная стабильность через 1 и 3 месяца.

Динамика показателей объемной доли остеоида и зрелой костной ткани дает непосредственное представление о скорости процессов регенерации в окружающей имплантат кости.

Объемная доля остеоида была выше ($p < 0,05$) в препаратах 2-ой группы на всех сроках, составляя $10,3 \pm 0,5\%$ через 2 недели, $16,4 \pm 1,0\%$ через 1 месяц и $5,5 \pm 0,4\%$ через 3 месяца после имплантации. При этом во второй группе на соответствующих сроках данный показатель составлял $8,3 \pm 0,4\%$, $13,0 \pm 0,8\%$ и $4,3 \pm 0,3\%$.

Динамика изменения объемной доли зрелой костной ткани была следующей: на 14-е сутки в 1-ой группе показатель составил $33,0 \pm 1,5\%$, во 2-ой – $41,1 \pm 2,0\%$. На 30-е сутки показатели снизились в обеих группах – до $30,4 \pm 1,9\%$ в первой и до $38,4 \pm 2,3\%$ во второй, на 90-е сутки отмечалось повышение – до $38,7 \pm 2,5\%$ и $46,8 \pm 3,1\%$, соответственно. При этом на всех сроках показатели были значимо ($p < 0,05$) выше во 2-ой группе.

Таким образом, анализ показателей гистоморфометрии в опытных группах показывает эффективность применения сочетанного локального и системного ТГЧ-облучения при дентальной имплантации на фоне хронической табачной интоксикации. Применение электромагнитного излучения терагерцового диапазона на частоте молекулярного спектра излучения и поглощения атмосферного кислорода 129,0 ГГц позволяет уменьшить вазоспастическое влияние компонентов табачного дыма и улучшить условия для репаративной регенерации костной ткани в области дентального имплантата.

Библиографический список

1. *Оболонкова Н.И., Гордиенко Ю.А.* Влияние курения на состояние здоровья и развитие онкологических заболеваний человека // Сб. матер. 16-й Международной научно-практической конференции «Наука и образование: отечественный и зарубежный опыт». Белгород, 2018, С. 245-250.
2. *Силин А.В., Нехорошев А.С., Данилова Н.Б. и др.* Современный взгляд на стоматологический статус курильщиков с точки зрения профилактической медицины // Профилактическая и клиническая медицина, 2018, Т. 66, № 1, С. 5-10.
3. *Солдатова Ю.О., Булгакова А.И., Ганцева Х.Х., Хисматуллина Ф.Р.* Диагностика влияния табакокурения и содержания СО в выдыхаемом воздухе на стоматологическое здоровье пациентов // Стоматология для всех, 2016, №2, С.32-35.
4. *Gupta A., Rathee S., Suman T., Ahire M., Madhav S., Chauhan M.S.* Nicotine, the Predictor of Success or Failure of Dental Implants: A Retrospective Study // Contemp. Clin. Dent., 2018, V. 9, №4, P.597 – 600.
5. *Головачева Т.В., Паршина С.С., Афанасьева Т.Н., Киричук В.Ф. и др.* Эффективность ТГЧ излучения с частотой молекулярного спектра излучения и поглощения оксида азота у больных стенокардией // Электронный научно-образовательный вестник «Здоровье и образование в XXI веке», 2012, Т.13, №7, С. 306-307.
6. *Bulkina N.V., Makarova N.I., Ivanov P.V., Lebedev M.V., Zyulkina L.A., Shastin E.N., Konnov V.V.* Modern methods of non-invasive correction for disturbed regional blood circulation through physiotherapeutic measures (literature review) // Archiv Euromedica, 2019, V. 9, №2, P. 17-22.
7. Пат. № 2715093 С1 РФ МПК А61N 5/02. Способ коррекции нарушений микроциркуляции крови в парадонте при хронической табачной интоксикации в эксперименте / Макарова Н.И., Булкина Н.В., Иванов П.В., Зюлькина Л.А. Опубл. 25.02.2020г. Бюл. № 6.
8. *Yen C.Y., Tu Y.K., Ma C.H., et al.* Measurement of tibial endothelial cell function after cigarette smoking, cessation of smoking and hyperbaric oxygen therapy // Injury, 2008, Suppl 4, P. 40-6.

ЭФФЕКТИВНЫЕ ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ СПИРАЛЬНЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК

В.И.Демидчик, Р.В.Корнев

Белорусский государственный университет, г. Минск

E-mail: demidvi@bsu.by

Для композиционных материалов, содержащих включения в виде углеродных нанотрубок спиральной геометрии предложен метод расчета материальных параметров. Приведены результаты вычислений.

Ключевые слова: углеродная нанотрубка, интегральное уравнение Поклингтона, коэффициенты поляризуемости, диэлектрическая и магнитная проницаемости.

Композиты на основе диэлектрических матриц с проводящими включениями широко используются при создании радиопоглощающих материалов и покрытий. Применение углеродных нанотрубок (УНТ) позволяет при относительно тонких слоях композита и малых объемных долях нанотрубок и, следовательно, малом весе, в широкой полосе частот обеспечить значительный коэффициент поглощения электромагнитного излучения. При изучении характеристик отражения и поглощения электромагнитного излучения радиопоглощающих материалов используются модели, основанные на знании электродинамических параметров этих материалов. В работах, посвященных моделированию подобных композитов рассматриваются лишь включения в виде УНТ прямолинейной геометрии [1-3].

При разработке поглотителей электромагнитных волн и защитных экранов в микроволновом диапазоне наблюдается определенный интерес к искусственным киральным структурам. Достоинством сред, содержащих киральные включения является возможность увеличения эффективной магнитной проницаемости композита [4]. Примером такой среды может служить композит, содержащий включения в виде проводящих маловитковых спиралей. Однако практическая реализация подобных материалов представляет определенные трудности. В то же время все больше появляется работ с описанием экспериментального получения углеродных нанотрубок спиралеподобной формы [5-6], которые с успехом могут применяться при создании микроволновых поглотителей [5].

Авторами была разработана методика моделирования композитов, содержащих проводящие включения произвольной геометрии, в том числе и в виде маловитковых спиралей из проводника обладающего конечной проводимостью [7]. Применение описанной методики для анализа УНТ спиральной геометрии и композитов на их основе базируется на представлении нанотрубки в виде тонкого проводника с известным поверхностным сопротивлением [8], что позволяет использовать метод интегральных уравнений для расчета токораспределения УНТ и дальнейшего анализа композита.