

УДК: 615.849.112:612.015:616.151.5]-092.4

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ СУБМИЛЛИМЕТРОВЫХ ВОЛН НА БИОХИМИЧЕСКИЙ МЕТАБОЛИЗМ И СИСТЕМУ ГЕМОСТАЗА

*А.Г. Полякова, М.В. Преснякова, В.Л. Кузнецова, О.В. Костина**ФГБУ «ПФМИЦ» Минздрава России, Нижний Новгород, Россия*

В статье анализируются результаты экспериментального изучения влияния электромагнитного излучения терагерцового диапазона на динамику основных биохимических показателей и системы гемостаза. Впервые выявлены особенности метаболических и гемостазиологических реакций в зависимости от ширины используемого диапазона, что имеет важное прикладное значение.

Ключевые слова: электромагнитное излучение, терагерцовый диапазон, биохимические показатели, система гемостаза.

Достижения отечественных физиков во главе с Н.Д. Девятковым стали основой оригинального научного направления — применения электромагнитных излучений (ЭМИ) суб- и миллиметрового диапазонов в биологии и медицине [1]. Ими был обнаружен резонансный характер взаимодействия ЭМИ с биообъектами в диапазоне 30—300 ГГц. Показано информационное воздействие этого излучения — возможность управления биологическими процессами на уровне межклеточных взаимодействий [2; 3]. На базе интеграции квантовой физики, молекулярной биологии и медицины появилось новое междисциплинарное направление научных исследований, которое изучает возможность вмешиваться в электромагнитные процессы, происходящие в организме с помощью неинвазивных немедикаментозных технологий. Считается, что низкоинтенсивное ЭМИ миллиметрового диапазона, влияя извне на генерируемые организмом собственные сигналы, позволяет восстановить нарушенный гомеостаз и нормализовать функционирование органов и систем [2; 4; 5]. С появлением генераторов, излучающих сигналы в терагерцовом (ТГц) диапазоне (100 ГГц — 10 ТГц), где содержатся спектры основных молекул-метаболитов (кислорода и оксида азота), назрела необходимость экспериментального изучения особенностей их влияния на организм.

Цель: сравнительное изучение воздействия узко- и широкополосного субмиллиметрового электромагнитного излучения на динамику основных биохимических и гемостазиологических показателей.

Материалы и методы. В качестве источника излучения использовался генератор ЭМИ терагерцового диапазона 110—170 ГГц с возможностью перестройки частоты и уровнем мощности 2 мВт.

Эксперимент *in vivo* проводился на 21 лабораторной крысе (самцах породы Wistar весом 350 г) в соответствии с требованиями Женевской конвенции (1990). Сравнительному анализу подверглись результаты воздействия ЭМИ с узким ($156,6 \pm 3,1$ ГГц) и широким (110—170 ГГц) диапазонами с дозой 1,2 мДж на зону затылочного бугра, где у животных находится проекция центра вегетативной регуляции. Крысы предварительно подвергались оперативному вмешательству с формированием дорзального кожного лоскута и были разделены на несколько групп. Опытная ($n = 13$) в послеоперационном периоде ежедневно подвергалась курсовому семидневному воздействию ЭМИ, при этом одна часть животных опытной группы (группа сравнения № 1, $n = 7$) облучалась широким диапазоном, содержащим спектры основных молекул-метаболитов (NO и O₂), а другая часть (группа сравнения № 2, $n = 6$) подвер-

Электронный научно-образовательный Вестник

Здоровье и образование в XXI веке

2015, том 17 [3]

галась воздействию узким диапазоном, не содержащим спектры молекул-мессенджеров. Контрольная группа животных ($n = 8$) в послеоперационном периоде не облучалась.

В сыворотке крови всех животных на 14 сутки после операции на автоматическом анализаторе ILAB 650 (Италия, США, Япония) определяли основные биохимические показатели (общий билирубин, мочевины, креатинин, общий белок, альбумины, холестерол, аспартатаминотрансферазу, ланинаминотрансферазу) [6].

Коагуляционное и тромбоцитарное звенья системы гемостаза были изучены у 35 пациентов с термической травмой и у 15 практически здоровых людей *in vitro*. Воздействие ЭМИ на клетки крови осуществлялось в режиме прямого облучения шумовым ЭМИ. Изучаемые образцы (цитратная кровь для тромбоэластографа и обогащенная тромбоцитами плазма крови для оценки агрегации тромбоцитов) объемом 0,5 мл помещались в лунку полистеролового планшета и подвергались воздействию ЭМИ широкополосным (110—170 ГГц) диапазоном с экспозицией 1, 2, 3, 5, 10, 15, 20, 30 и 60 минут.

Для оценки плазменного звена системы гемостаза использовался функциональный метод оценки гемостаза — тромбоэластография (ТЭГ). Измерение тромбоэластографических параметров проводилось на цитратных образцах крови с добавлением активатора коалина (режим ТЭГ citrated kaolin) согласно стандартной методике на тромбоэластографе TEG 5000 (Haemoscope Corporation, США). Спонтанная агрегация тромбоцитов изучалась на лазерном агрегометре «Биола 230 ЛА» [6]. Статистическая обработка проведена с помощью программы Statistica, версия 6.0, с использованием критерия Вилкоксона. Критическая величина значимости принята равной 0,05.

Результаты и обсуждение. В ходе исследования между контрольной и опытной группами животных статистически значимых различий в таких показателях сыворотки крови, как общий холесте-

рол, альбумины, глобулины, общий билирубин, активность аспартатаминотрансферазы и аланинаминотрансферазы не выявлено.

Установлено, что у крыс, подвергшихся облучению, содержание общего белка сыворотки крови было статистически достоверно ниже по сравнению с показателем контрольной группы ($p < 0,05$). У опытных крыс (подгруппа № 1) медиана общего белка составила 59,0 г/л, квартильный размах 56,2—60,0 г/л, в контрольной — 62,6 г/л и 59,75—64,95 г/л соответственно. Зарегистрировано, что концентрация мочевины также отличается от показателей в контрольной группе: медиана мочевины сыворотки крови составила 6,4 ммоль/л, квартильный размах 5,10—7,70 ммоль/л, в контрольной группе — 8,6 ммоль/л и 7,85—9,60 ммоль/л соответственно ($p < 0,02$). Обнаружено, что содержание креатинина сыворотки крови у этих крыс было ниже, чем в контрольной группе ($p < 0,01$). Медиана креатинина сыворотки крови составила 55,8 мкмоль/л, квартильный размах 55,2—60,7 мкмоль/л, в контрольной группе — 62,9 мкмоль/л и 59,95—66,50 мкмоль/л соответственно. В группе сравнения № 2 полученные результаты статистически достоверно не отличались от контроля.

Известно, что после операции на фоне воспаления происходит повышение концентрации показателей белкового метаболизма в сыворотке крови вследствие дегидратации и увеличения синтеза белков острой фазы. В то же время распад тканей в очаге воспаления после операции при наличии некротических процессов приводит к усилению скорости катаболизма белков, вследствие которого возрастает концентрация мочевины и креатинина [7]. Полученные результаты (статистически достоверное снижение показателей белкового метаболизма в сыворотке крови крыс, подвергшихся облучению ЭМИ 110—170 ГГц) могут свидетельствовать о противовоспалительном и антитоксическом действии указанного диапазона. Это подтверждает участие сигнальных молекул в запуске каскадных реакций через активацию эффекторных белков, которые опосредуют клеточный ответ.

Электронный научно-образовательный Вестник

Здоровье и образование в XXI веке

2015, том 17 [3]

Анализ полученных результатов в системе гемостазиологических показателей выявил активацию плазменного гемостаза на 1 и 2 минуте воздействия ($p = 0,004$ и $0,02$ соответственно). Динамика изменения коагуляционной активности в период с 5 по 60 минут под влиянием обоих режимов излучения зарегистрировала постепенное снижение коагуляционного потенциала крови, достигающее достоверных отличий к 30 минуте по сравнению с исходным фоном ($p = 0,04$).

Изучение спонтанной агрегации тромбоцитов продемонстрировало как гипо-, так и гиперагрегационный эффект после воздействия шумового широкополосного ЭМИ ТГц. Сравнительное изучение воздействия ЭМИ ТГц на коагуляционное и тромбоцитарное звенья системы гемостаза у пациентов с термической травмой и практически здоровых людей достоверных различий не выявило.

Таким образом, воздействие ЭМИ ТГц как узко-, так и широкополосного режимов излучения оказывает схожие эффекты на состояние системы гемостаза. В первые минуты воздействия регистрируется гиперкоагуляционный эффект, через 30 минут — гипокоагуляционный, что соответствует физиологическим закономерностям развития ответных реакций организма на короткие слабые и длительные сильные стимулы. Изучение воздействия ЭМИ ТГц на спонтанную агрегацию тромбоцитов требует дополнительного исследования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Девятков Н.Д., Голант М.Б., Бецкий О.В. Миллиметровые волны и их роль в процессах жизнедеятельности. М.: Радио и связь, 1991.
2. Киричук В.Ф., Майбородин А.В., Волин М.В. и др. Информационное взаимодействие в живых объектах, подвергнутых воздействию электромагнитных КВЧ-колебаний на частотах молекулярных спектров поглощения и излучения оксида азота // Миллиметровые волны в медицине и биологии: Сб. докл. XII Рос. симп. с междунар. участием. М.: ИРЭ РАН, 2000. С. 91—93.
3. Зотова Е.А., Малинина Ю.А. и др. Биологические эффекты воздействия миллиметрового и субмиллиметрового излучения // Известия Самар. науч. центра РАН. 2008. Т. 10. № 2. С. 636—641.
4. Альбертс Б., Брей Д., Льюис Дж. и др. Молекулярная биология клетки. В 3 т. Т. 2. М.: Мир, 1994. 539 с.
5. Полякова А.Г. Механизмы влияния низкоинтенсивного электромагнитного излучения крайне высокочастотного и терагерцевого диапазонов на процессы репаративной регенерации соединительной ткани // Успехи современного естествознания. 2013. № 4. С. 32—36.
6. Энциклопедия клинических лабораторных тестов / Пер. с англ.; Под ред. В.В. Меньшикова. М.: Лаб-информ, 1997. 960 с.
7. Ишманов М.Ю., Сертакова А.В., Соловьев А.М. и др. 250 показателей здоровья. М.: Научная книга, 2013. 313 с.

EXPERIMENTAL STUDY OF INFLUENCE OF SUBMILLIMETER WAVES ON BIOCHEMICAL METABOLISM AND HEMOSTASIS SYSTEM

*A. Polyakova, M.V. Presnyakova, V.L. Kuznetsova,
O.V. Kostina*

The article analyses the results of the pilot study of the impact of electromagnetic Terahertz range on the dynamics of biochemical parameters and hemostasis system. For the first time, revealed specifics of metabolic and hemoreological reactions according to the width of the range that has great application value.

Key words: electromagnetic radiation, terahertz range, biochemical parameters, the system of hemostasis.