

**ВЛИЯНИЕ НАНОСЕКУНДНЫХ МИКРОВОЛНОВЫХ ИМПУЛЬСОВ НА УРОВЕНЬ
КОРТИКОСТЕРОНА**

А.В. Васильев, А.А. Гороховский

Научный руководитель: доцент, канд. биол. наук И.Р.Князева

Сибирский государственный медицинский университет,

Россия, г.Томск, Московский тракт 6/2, 634050

E-mail: culackova.dunk@yandex.ru

**INFLUENCE OF NANOSECOND MICROWAVE PULSES ON THE LEVEL OF
CORTYCOSTERONE**

A.V. Vasilev, A.A. Gorokhovsky

Scientific Supervisor: assistant professor, candidate of biological sciences I.R.Knyazeva

Siberian State Medical University, Russia, Tomsk, Moskovsky trakt 6/2, 634050

E-mail: culackova.dunk@yandex.ru

***Abstract.** This article describes experimental data on 30 nonlinear rats exposed to microwave radiation at frequencies 8, 13, 16 and 22 pulse per second (pps) in order to record corticosteron changes as an indicator of stress in rodent blood. During the experiment, it was found that the most significant increase is observed at frequencies 13, 16 pps and at 22, 8 pps a decrease and a slight increase in corticosteron were recorded respectively.*

Введение. Электромагнитное излучение разных диапазонов (включая микроволновый), будучи высоко интегрированным в жизнь оказывает воздействие на разные системы организма. Как следствие необходимо более детальное изучение воздействия электромагнитного излучения на организм человека. Особенно интенсивно в последние годы происходит увеличение уровня импульсного микроволнового излучения используемого в частности как носителя информации в системах связи. Это создает необходимость оценки возможного стрессогенного эффекта данного вида излучений, индикаторами которого могут вступать кортикостероиды (кортикостерон у грызунов, кортизол – у человека).

Цель данной работы заключалась в оценке содержания кортикостерона в сыворотке крови после облучения мышей наносекундными микроволновыми импульсами.

Материал и методы. Исследование выполнено на 30 белых мышах-самцах массой 20-25 г. Животные были разделены на пять групп по 6 мышей в каждой. В качестве контроля выступала группа ложнооблученных животных, которые подвергались всем манипуляциям, что и облученные, кроме включения источника излучения. Мыши облучались 5 суток ежедневно однократно (4000 импульсов за сеанс) с частотами повторения 8, 13, 16 и 22 имп./с. Источником микроволнового излучения служил лабораторный импульсный генератор на основе магнетрона МИ-505 (Россия, несущая частота 10 ГГц, выходная пиковая мощность 180 кВт, длительность импульсов 100 нс, средняя плотность потока мощности 1,5 мВт/см²). Выбор параметров воздействия основывался на ранее проведенных исследованиях [1]. Эффекты воздействия оценивались по уровню кортикостерона в сыворотке крови облученных и ложнооблученных мышей с использованием твердофазного иммуноферментного

«сэндвич» метода (ELISA).

Результаты. Проведенные эксперименты показали возможность стрессорного воздействия импульсного микроволнового излучения на организм мышей. Результаты воздействия продемонстрировали зависимость содержания кортикостерона от частоты повторения микроволновых импульсов (Рис.1). Так после воздействия с частотами повторения 13 и 16 имп./с уровень кортикостерона увеличивался в 3,3 и 2,5 раза соответственно по отношению к ложнооблученным животным, что указывает на развитие стресса у животных в результате облучения. В то же время облучение с частотой 22 имп./с приводило к значительному снижению содержания кортикостерона относительно уровня гормона у ложнооблученных животных. Воздействие микроволновыми импульсами с частотой 8 имп./с не оказывало статистически значимого влияния на уровень кортикостерона в сыворотке крови мышей (Рис.1).

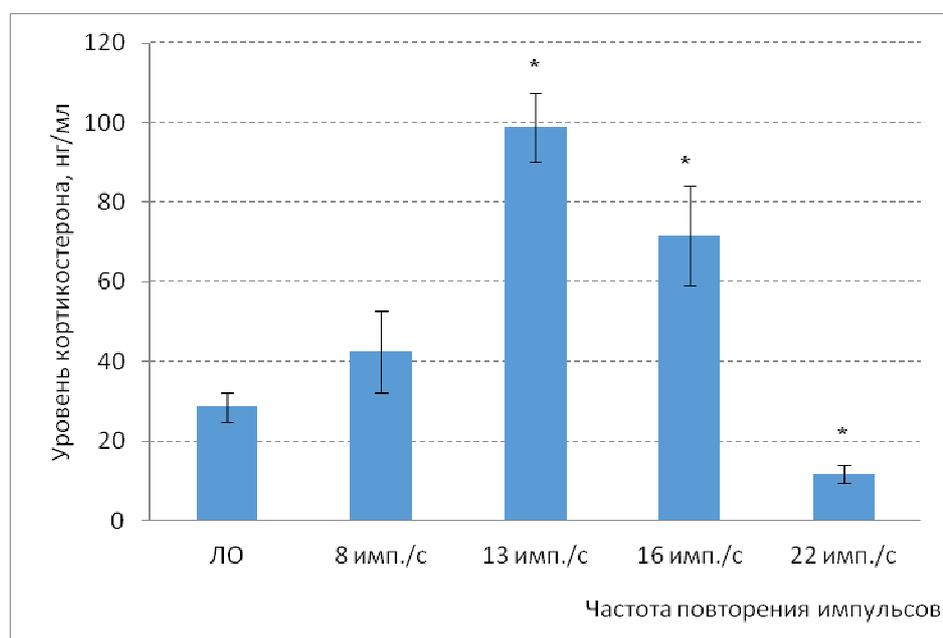


Рис.1 Изменение уровня кортикостерона в сыворотке крови мышей после облучения микроволновыми импульсами с разными частотами повторения

Заключение. Увеличение содержания кортикостерона указывает на развитие стресса у животных в результате воздействия микроволновыми импульсами с частотами повторения 13 и 16 имп./с. Облучение мышей с частотой 22 имп./с приводило к значительному снижению (почти в 2,5 раза) содержания кортикостерона у ложнооблученных животных, что могло означать еще большую степень стрессированности животных и переход в стадию истощения. Отсутствие эффекта после воздействия с частотой 8 имп./с могло означать либо отсутствие реакции организма на воздействие, либо развитие адаптации к излучению в ходе 5-дневного облучения с данными параметрами воздействующего фактора.

Анализ имеющихся в научной литературе и изложенных в эксперименте данных позволяют рассматривать микроволновое излучение в качестве фактора способного вызывать и изменять проявление стресса. Так терагерцовое излучение при частоте 129 ТГц обеспечивает снижение уровня кортикостерона в крови иммобилизованных крыс [2] и может выступать как гипотетический терапевтический инструмент. По другим данным определенные частоты (65, 73, 144, 167 ГГц) приводят

к резкому снижению уровня кортизола и нарушению структуры надпочечников (частота 73 ГГц) [3], тем самым снижая способность организма адекватно реагировать на стрессорные воздействия. Это может быть связано с возможной обратной отрицательной связью или таргетным воздействием на центральные и периферические эндокринные органы. Говоря о таргетности, следует отметить, что мозг является одной из ключевых мишеней при электромагнитном облучении. Подтверждением этого являются результаты экспериментов с воздействием микроволнового излучения интенсивностью 30 мВт/см² в течение 5 мин. Такое облучение в коре головного мозга уменьшало экспрессию генов цитохром С-оксидазы (мРНК COX I/II) дыхательной цепи митохондрий и как следствие угнетение синтеза АТФ [4]. АТФ же в центральных эндокринных органах может быть направлен на синтез тиреоидных, либериновых, статиновых гормонов, а в случае их угнетения будет наблюдаться падение общей реакции на стрессорный раздражитель в виде снижения уровня кортикостерона или кортизола, а так же инволюцией эндокринных желез.

В заключение необходимо отметить, что не только частота, мощность и тип электромагнитного излучения влияет на адаптационные возможности животных, но и сопутствующие экзогенные и эндогенные факторы различной природы. При этом общее снижение способности организма к адаптации наблюдается тогда, когда нет адекватной реакции на стресс, что приводит к переходу в стадию хронического стресса и истощения и, как следствие, к серьезным изменениям функционирования различных систем организма. Увеличение электромагнитной нагрузки на организм, связанное с внедрением в различных сферах человеческой деятельности, в том числе в медицине, технологий использующих электромагнитное излучение разных диапазонов, создает необходимость учета возможности воздействия этих излучений в гигиенической и экологической практике, чтобы полностью устранить или минимизировать нежелательные последствия и/или создать оптимальные условия для достижения максимального терапевтического эффекта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Knyazeva I.R., Bolshakov M.A., Ivanov V.V., Zharkova L.P., Kereya A.V., Kutenkov O.P., Rostov V.V. Response of Mice Liver Mitochondria to Repetitive Pulsed Microwaves and X-rays // Известия ВУЗов Физика. – 2012. – Т. 55. – № 10/3. – С. 194–198.
2. Киричук В.Ф., Цымбал А.А. Закономерности и механизмы биологического действия электромагнитных волн терагерцевого диапазона: монография. – Саратов: Изд-во Сарат. гос. мед. ун-та, 2015. – 123с.
3. Полина Ю.В., Родзаевская Е.Б., Наумова Л.И. Уровень кортизола и морфология надпочечников под воздействием низкоинтенсивного электромагнитного излучения и при стрессе // Саратовский научно медицинский журнал – 2008. - №1 - С. 127–130.
4. Hao, Y., Zhao, L., & Peng, R. (2015). Effects of microwave radiation on brain energy metabolism and related mechanisms [Electronic version]. Military Medical Research, no. 2:4, pp. 1-8.