

УДК 612.014.424+612.822.3

Г. Ю. ГРИГОРЯН, С. М. МИНАСЯН, С. Г. СААКЯН, В. П. КАЛАНТАРЯН

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ КВЧ-ВОЛН НА ФОНОВУЮ ИМПУЛЬСНУЮ АКТИВНОСТЬ НЕЙРОНОВ СУПРАОПТИЧЕСКОГО ЯДРА ГИПОТАЛАМУСА КРЫС

В условиях острого эксперимента на крысах, анестезированных нембуталом (40 мг/кг, внутривенно) проведены экстраклеточная регистрация и анализ фоновой импульсной активности нейронов супраоптического ядра гипоталамуса после облучения электромагнитными волнами миллиметрового диапазона. В результате были выявлены изменения фоновой импульсной активности нейронов, касающиеся преимущественно внутренней структуры зарегистрированных импульсных потоков. Показано, что существенные сдвиги в основном выражались в изменении характера следования межимпульсных интервалов. Не наблюдалось статистически значимых изменений средней частоты импульсации нейронов.

Изучение биологического действия низкоинтенсивных электромагнитных излучений (ЭМИ) важно в связи с их практическим применением в медицине при лечении и диагностике широкого спектра заболеваний [1, 2]. Многочисленные экспериментальные данные свидетельствуют о высокой чувствительности биологических объектов к воздействию ЭМИ. Наибольшей реактивностью на действие ЭМИ обладают различные структуры центральной нервной системы (ЦНС) [3, 4]. Для оценки функционального статуса ЦНС широко используются данные фоновой импульсной активности (ФИА). Особый интерес представляет исследование изменений ФИА после облучения низкоинтенсивными волнами крайневисокочастотного (КВЧ) диапазона, способными вызвать реакцию биосистемы, отличную от таковой на излучение высокой (тепловой) мощности. С учетом особой эффективности влияния КВЧ-волн на организм через биологически активные точки, а также важного значения гипоталамуса в механизмах реализации этого влияния [5] в настоящей работе проведен анализ ФИА нейронов супраоптического ядра гипоталамуса после однократного воздействия низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ-диапазона.

Методика исследований. Эксперименты проводились на крысах, анестезированных нембуталом (40 мг/кг, внутривенно). Методом экстраклеточной регистрации изучена ФИА 154 нейронов супраоптического ядра (СОЯ) гипоталамуса (78 нейронов – в контрольной группе крыс и 76 –

в опытной). Отведение импульсной активности осуществлялось с помощью стеклянных микроэлектродов (диаметр кончика 1мкм, сопротивление 3–5МОм), заполненных 2М раствором хлористого натрия, по координатам атласа [6]. Головы крыс опытной группы подвергались однократному электромагнитному облучению КВЧ-волнами в непрерывном режиме генерации (частота 50,3ГГц, плотность потока мощности – 0,48мВт/см², расстояние от рупора излучателя до объекта – 40см, длительность экспозиции – 40мин). Выбор этой частоты обусловлен резонансными свойствами водной составляющей биологической среды, характерными всем тканям в норме [3]. После завершения экспериментов проводился гистологический контроль локализации отводящих электродов.

С помощью специальной компьютерной программы, используемой также и другими исследователями [7], анализировались последовательные участки межимпульсных интервалов (МИ), включающие до 1200 потенциалов действия. Оценивались распределения нейронов по степени регулярности, характеру динамики следования импульсных потоков и модальности гистограмм МИ, рассчитывались средняя частота импульсации нейронов, а также коэффициент вариации МИ. По частоте разрядов ФИА исследованные нейроны подразделялись на три группы: 1 – с низкой (<10имп./с), 2 – со средней (10–30имп./с), 3 – с высокой (>30имп./с) частотой импульсации.

Для оценки достоверности изменений в распределениях МИ нейронов СОЯ гипоталамуса после влияния КВЧ-излучения использовался критерий χ^2 . Достоверность изменения статистических показателей ФИА оценивалась также по Стьюденту.

Результаты исследований и обсуждение. После облучения низкоинтенсивными волнами наблюдалось достоверное изменение распределения нейронов по степени регулярности ФИА ($p<0,01$). Результаты исследований ФИА показали, что после облучения число нестационарных нейронов увеличилось до 15,8% при 9,0% в норме. Анализ аутокоррелограмм зарегистрированных нейронов СОЯ гипоталамуса показал преобладание нерегулярной активности стационарных нейронов. При этом число нейронов с нерегулярным типом активности по сравнению с контролем (79,5%) уменьшалось в 1,7 раза, а количество нейронов с промежуточным по степени регулярности характером импульсации после облучения возрастало в 2,8 раза по сравнению с контролем (11,5%). Что касается регулярных нейронов, то в норме их не было зарегистрировано; в опытной группе число регулярно разряжающихся нейронов составляло 5,3%.

Облучение приводило к достоверным изменениям в характере динамики следования МИ ($p<0,05$). Число нейронов, в импульсных потоках которых обнаруживались периодические изменения частоты разрядов в виде пачечно-групповой активности, уменьшалось в 2,1 раза по сравнению с контролем, составляющим 33,3%. В опытной группе в 2,2 раза возрастало количество фоновых активных единиц с монотонным изменением частоты разрядов, достигая 17,1%. После облучения число нейронов с локальным изменением частоты разрядов увеличилось до 63,2% при 56,6% в норме, а количество нейронов со случайным следованием МИ составляло 3,9% клеток при 2,6% в норме.

Анализ гистограмм МИ нейронов СОЯ гипоталамуса в обеих сериях экспериментов показал преобладание полимодальных нейронов. После облучения отмечалось уменьшение их числа до 68,8% по сравнению с 78,8% в норме. Значительно меньше регистрировалось моно- и бимодальных нейронов, однако после облучения их количество возрастало в 1,5 раза.

Изменения значений средней частоты импульсации и коэффициента вариации МИ носили статистически недостоверный характер. Средняя частота импульсации (имп./с) и коэффициент вариации (%) МИ нейронов СОЯ гипоталамуса интактных животных составляли $22,7 \pm 1,9$ и $94,7 \pm 3,4$, а после облучения – $23,3 \pm 2,1$ и $91,2 \pm 4,5$ соответственно. Анализ распределения нейронов СОЯ гипоталамуса по частотным диапазонам показал преобладание среднечастотных клеток как в контрольной (50,7%), так и в опытной (56,3%) группе. В результате воздействия ЭМИ наблюдалось некоторое уменьшение числа низко- (20,3%) и высокочастотных клеток (23,4%) при 22,5% и 26,8% в норме соответственно.

Результаты исследований выявили изменения ФИА, касающиеся преимущественно внутренней структуры зарегистрированных импульсных потоков. Данные перестройки в основном выражались в изменении характера следования МИ и в меньшей степени касались средней частоты импульсации. Этот факт подтверждается также литературными данными [8]. Изменение активности нервных клеток могло быть вызвано усилением афферентной импульсации из областей, обладающих повышенной чувствительностью к электромагнитному воздействию [5]. Эффект после облучения животных, вероятно, обусловлен модификацией состояния медиаторных систем мозга [9]. Преобладание нейронов с нерегулярным характером импульсации в норме является следствием системного (“сетевое”) эффекта при поступлении в СОЯ мощного потока разнообразной информации [10]. После КВЧ-облучения наблюдалось значительное ослабление “ сетевого ” эффекта.

В динамической структуре импульсных потоков, зарегистрированных в обеих сериях экспериментов, преобладание нейронов с локальным изменением частоты разрядов может быть вызвано пре- и постсинаптической модуляцией тормозного (ГАМК) и возбуждательного (глутамат) входов нейрональных сигналов в СОЯ гипоталамуса [11]. Значительное уменьшение количества нейронов с пачечно-групповой активностью может свидетельствовать о седативном эффекте миллиметровых волн [2]. Модификация ФИА, отражающаяся в изменении регулярности и динамики следования МИ, свидетельствует о неспецифической реакции нервной системы на воздействие ЭМИ КВЧ-диапазона [4].

ЕГУ, Иджеванский филиал ЕГУ

Поступило 02.03.2005

ЛИТЕРАТУРА

1. Петросян В.И., Сииныцын Н.И., Елкин В.А., Девятков Н.Д., Гуляев Ю.В., Лисенкова Л.А., Гуляев А.И. – Биомед. радиозлектроника, 2001. № 5–6. с. 62–114.
2. Лебедева Н.Н., Котровская Т.И. – Миллиметровые волны в биол. и мед., 2003, т. 29, № 1, с. 20–43.

3. Холодов Ю.А., Лебедева Н.Н. Реакции нервной системы человека на электромагнитные поля. М.: Наука, 1992, 135 с.
4. Лебедева Н.Н. – Биомед. радиоэлектроника, 1998, № 1, с. 24–36.
5. Vorobyov V.V., Khramov R.N. – Am. J. Chin. Med., 2002, v. 30, № 1, p.29–35.
6. Paxinos G., Watson Ch. The Rat Brain in Stereotaxic Coordinates. Academic press, 1986, p. 150.
7. Худавердян Д.Н., Асратян А.А., Вартересян И.В., Ханбабян М.В., Саркисян Р.Ш., Мушегян Г.Х. – Нейрофизиология, 2002, т. 32, № 4, с. 308–313.
8. Чиженкова Р.А. – Рад. биология. Радиоэкология, 2001, т. 41, № 6, с. 700–705.
9. Lai H., Carino M.A., Horita A., Guy A.W. – Pharmacol. Biochem. Behav., 1989, v. 33, № 1, p. 131–138.
10. Bhumbra G.S., Dyball R.E. – J. Physiol., 2004, v. 555, № 1, p. 281–296.
11. Shibuya I., Kabashima N., Ibrahim N., Setiadji S., Yamashita H. – Exp. Physiol., 2000, № 85, p. 145–151.

Գ. ՅՈՒ. ԳՐԻԳՈՐՅԱՆ, Ս. Մ. ՄԻՆԱՍՅԱՆ, Ս. Գ. ՍԱԿԱԿՅԱՆ, Վ. Պ. ԶԱԼԱՆԹԱՐՅԱՆ

ԳԲՀ ԷԼԵԿՏՐՈՄԱԳՆԻՍԱԿԱՆ ԱԼԻՔՆԵՐԻ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ
ԱՌՆԵՏՆԵՐԻ ԵՆԹԱՏԵՍԱԹՄԻ ՎԵՐՏԵՍՈՂԱԿԱՆ ԿՈՐԻՉԻ
ՆՅՅՐՈՆՆԵՐԻ ՖՈՆԱՅԻՆ ԻՄՊՈՒԼՍԱՅԻՆ ԱԿՏԻՎՈՒԹՅԱՆ ՎՐԱ

Ամփոփում

Էլեկտրամագնիսական միլիմետրային ալիքների ազդեցությունից հետո սուր փորձի պայմաններում կատարվել են ներբուտալով անզգայացրած (40 մգ/կգ, ներորովայնային) առնետների ենթատեսաթմբի վերտետղական կորիզի նեյրոնների ֆոնային իմպուլսային ակտիվության արտաբջջային գրանցում և վերլուծություն: Արդյունքում բացահայտվել են ֆոնային իմպուլսային ակտիվության փոփոխություններ, որոնք առավելապես վերաբերում են գրանցված իմպուլսային հոսքերի ներքին կառուցվածքին: Պարզվել է, որ էական շեղումներ տեղի են ունենում միջիմպուլսային ինտերվալների ընթացքի բնույթում, իսկ նեյրոնային ակտիվության միջին հաճախության փոփոխությունները վիճակագրորեն հավաստի չեն:

G. Yu. GRIGORYAN, S. M. MINASSIAN, S. G. SAHAKYAN, V. P. KALANTARYAN

THE INFLUENCE OF ELECTROMAGNETIC EHF WAVES ON THE
BACKGROUND IMPULSE ACTIVITY OF SUPRAOPTIC NUCLEUS
NEURONS OF HYPOTHALAMUS OF RATS

Summary

In conditions of acute experiment on rats anaesthetized by nembutal (40 mg/kg, interperitonally) the registration and analysis of background impulse activity of supraoptic nucleus' neurons of rats' hypothalamus in norm and after electromagnetic irradiation of extremely high frequency on organism were carried out. Changes of neurons background impulse activity mainly related to internal structure of recorded impulse flows were revealed.

It was shown that significant shifts generally are observed in the character of dynamics of neuronal current flows. Statistically significant changes of average frequency of neuronal impulsation were not observed.