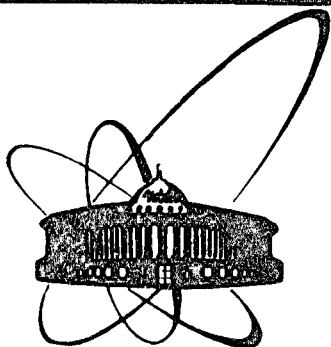


5597/82



объединенный
институт
ядерных
исследований
дубна

19-82-617

В.И.Данилов, В.В.Паршинцев, В.В.Туркин*

ВЛИЯНИЕ

**СЕРИИ ИМПУЛЬСОВ МАГНИТНОГО ПОЛЯ
МАЛОЙ АМПЛИТУДЫ
НА ЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ
НЕЙРОНОВ МОЛЛЮСКА**

Направлено в журнал "Радиобиология"

* Московский государственный университет
им. М.В.Ломоносова

1982

Цель настоящей работы - выяснить возможность суммирования во времени воздействий малых по величине импульсов магнитного поля /МП/ на нервные клетки.

Ранее в работе ^{/1/} было показано, что одиночный импульс МП треугольной формы амплитудой 10 Э со скоростью одного из фронтов в интервале от 1 до 100 Э/с вызывает изменение электрической активности /ЭА/ нейронов моллюска. При воздействии на нейроны импульсами МП со скоростью фронтов вне этого интервала реакции нейронов не наблюдали. Одиночный импульс МП амплитудой 1 Э не вызывал изменения ЭА нейронов при всех исследованных скоростях фронтов.

В данной работе исследуется влияние на ЭА нейронов серии импульсов МП амплитудой 1 Э с различным периодом (τ) следования импульсов.

Методика приготовления препаратов и экспериментальное оборудование были описаны в ^{/1/}. Отведение ЭА осуществлялось внутриклеточно с помощью стеклянных микроэлектродов. МП на объекте создавалось с помощью катушек Гельмгольца и генератора импульсов тока треугольной формы ^{/2/} с регулируемой амплитудой и скоростями переднего и заднего фронтов. МП было горизонтальным и по направлению совпадало с земным. Неоднородность МП в рабочем объеме 1 см³ составляла менее 1%.

Одиночный импульс МП амплитудой 1 Э со скоростью переднего фронта 0,1 Э/с и скоростью заднего фронта 1 Э/с не оказывал влияния на ЭА нейронов. При воздействии серии импульсов с $\tau = 15$ с и такими же параметрами отдельного импульса наблюдались изменения ЭА у 14 из 15 исследованных нейронов /рис.1/. Изменения ЭА нейронов выражались в следующем: у нейронов, не обладавших спонтанной активностью, наблюдали увеличение или уменьшение мембранного потенциала, а у нейронов, обладавших спонтанной активностью, кроме того, наблюдали увеличение или уменьшение частоты активности. Заслуживает внимания тот факт, что изменения ЭА происходили после воздействия определенным числом импульсов в серии. Это обстоятельство свидетельствует в пользу порогового характера реакции нейрона. Достаточное для начала реакции нейрона количество импульсов МП в разных опытах варьировало от 3 до 10 /в большей части экспериментов составляло 5-8/. Таким образом суммарная энергия воздействия в этих экспериментах не превышала энергии воздействия одиночного импульса МП амплитудой 10 Э, вызывавшего изменения ЭА нейронов в работе ^{/1/}.

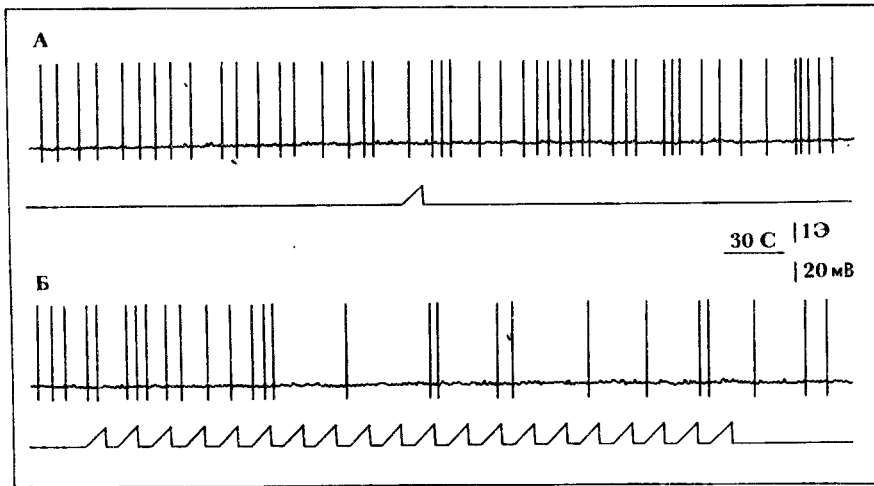


Рис.1. Влияние на электрическую активность /ЭА/ нейрона одиночного импульса /А/ и серии импульсов /Б/ магнитного поля /МП/ амплитудой 1 Э. Скорость нарастания МП - 0,1 Э/с, скорость спада - 1 Э/с. На каждом кадре А и Б верхняя кривая соответствует записи ЭА нейрона, нижняя - записи МП.

В части экспериментов после воздействия серией импульсов амплитудой 1 Э на нейрон воздействовали одиночным импульсом амплитудой 10 Э. У 8 из 10 исследованных нейронов изменения ЭА на воздействие импульсом амплитудой 10 Э носили более выраженный характер, чем на серию импульсов. Из рис.2 видно, что воздействие на нейроны серией импульсов вызвало уменьшение частоты импульсной активности с последующим восстановлением до первоначального уровня, несмотря на продолжение воздействия. Воздействие же одиночным импульсом амплитудой 10 Э привело к необратимому уменьшению частоты импульсной активности.

Реакция нейронов наблюдалась при воздействии серией импульсов МП с $\tau = 60$ с. Однако увеличение временного интервала между импульсами привело к некоторому снижению эффективности воздействия. В этой серии опытов наблюдали изменения ЭА у 9 из 19 нейронов. У большей части нейронов, не прореагировавших на серию импульсов с $\tau = 60$ с, наблюдалась реакция на серию импульсов с $\tau = 15$ с. В нейронах, изменивших ЭА при воздействии серией импульсов с $\tau = 60$ с, серия импульсов с $\tau = 15$ с вызывала дальнейшее развитие реакции.

Изменение ЭА нейронов под влиянием серии импульсов МП, обнаруженное в настоящей работе, свидетельствует о суммации воздействий отдельных импульсов, разнесенных во времени, каждое

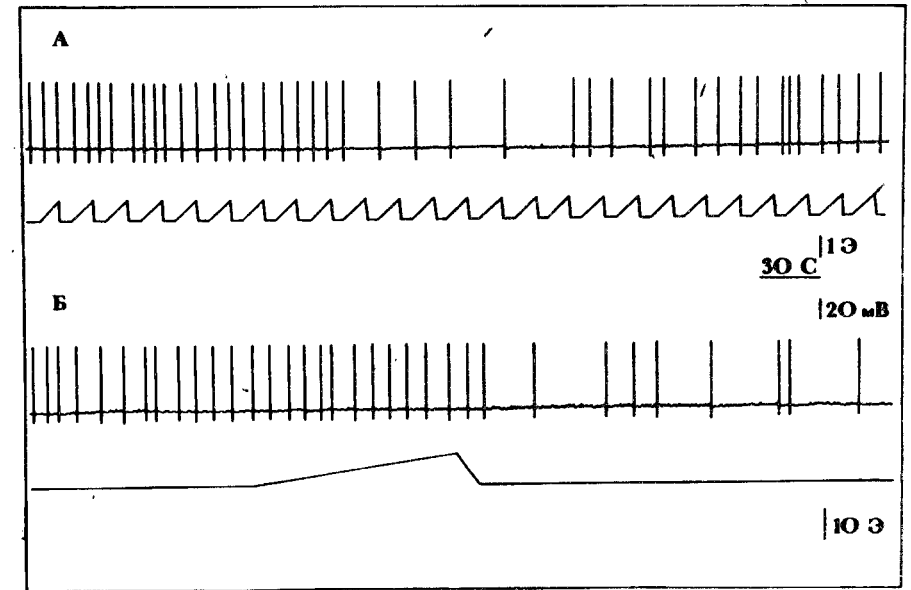


Рис.2. Влияние на электрическую активность нейрона серии импульсов магнитного поля /МП/ амплитудой 1 Э /А/ и одиночного импульса МП амплитудой 10 Э /Б/. Скорость нарастания МП - 0,1 Э/с, скорость спада - 1 Э/с. Запись Б произведена через 5 мин. после записи А /расположение кривых то же, что и на рис.1/.

из которых в отдельности неспособно вызывать изменения ЭА. Суммация имеет место даже при значительном интервале между импульсами, хотя с увеличением межимпульсного интервала эффективность воздействия уменьшается.

Из полученных результатов следует, что для изменения ЭА нейронов под влиянием импульсов МП необходима не только оптимальная скорость изменения МП, как это было показано в работе /1/, но и накопление энергии воздействия до некоторой пороговой величины. Пороговая величина энергии, достаточная для изменения ЭА нейронов различных организмов, по-видимому, неодинакова. Так, для изменения ЭА нейронов эпифиса морской свинки достаточно энергии, запасенной в одиночном импульсе МП амплитудой $0,5 \text{ Э}^{3/4}$.

Представляется вероятным, что эффект, аналогичный суммации воздействий импульсов МП, может иметь место в рецепции живыми организмами слабых электромагнитных полей, в частности, достаточно больших вариаций МП Земли, например во время сильных магнитных бурь, когда амплитуда вариаций может достигать $0,5 \cdot 10^{-2} \text{ Э}^{3/4}$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Данилов В.И., Паршинцев В.В., Туркин В.В. ОИЯИ, 19-82-590, Дубна, 1982.
2. Данилов В.И., Попов А.А., Хабаров В.С. Приборы и техника эксперимента, 1981, №4, с. 142.
3. Sempr P., Schneider T., Vollrath L. Nature, 1980, v. 288, p. 607.
4. Дубров А.П. Геомагнитное поле и жизнь. Гидрометеоиздат, Л., 1974.

Рукопись поступила в издательский отдел
11 августа 1982 года.

Данилов В.И., Паршинцев В.В., Туркин В.В. 19-82-617
Влияние серии импульсов магнитного поля малой амплитуды
на электрическую активность нейронов

Исследовалась возможность суммации во времени воздействий малых по величине импульсов магнитного поля /МП/ амплитудой 1 Э на электрическую активность /ЭА/ нейронов моллюска *Limnaea stagnalis*. Одиночный импульс МП не вызывал изменения ЭА нейронов. Изменения ЭА происходили при воздействии 5-8 импульсов МП. Реакция нейронов носила пороговый характер в зависимости от числа нанесенных импульсов, что свидетельствует о необходимости накопления энергии воздействия до определенной величины.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1982

Danilov V.I., Parshintsev V.V., Turkin V.V. 19-82-617
The Effect of Series of Impulses of Magnetic Field of Small
Amplitude on the Electrical Activity of Mollusc Neurons

The possibility of summing up in time of effects of small values of impulses of 1 Oe magnitude magnetic field(MF) on the electrical activity (EA) of *Limnaea stagnalis* mollusc neurons was studied. The single impulse of MF did not cause changing of the EA of neurons. EA changes took place under action of 5-8 impulses of MF. The neuron reaction has a threshold nature in dependence of number of applied impulse. The experiments testify that for neuron reaction the accumulation of energy of action is necessary.

The investigation has been performed at the Laboratory of Nuclear Problems, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1982

Перевод О.С.Виноградовой.