

Вплив ультрачастотного електромагнітного поля на рефлекторну діяльність спинного мозку

Ф. І. Гришко

Незважаючи на численні дослідження впливу ультракоротких електромагнітних хвиль на живі організми, ще є чимало нерозв'язаних питань. Не з'ясовано механізм впливу ультрачастотного поля на нервову систему і недосить вивчено питання про наявність специфічного впливу ультракоротких хвиль на живі організми. Д. Я. Глезер, А. В. Лебединський, Хауз і Лоб та інші дослідники зводять вплив ультрачастотного поля до теплової дії; інші ж вважають, що ультрачастотне поле впливає на організм також і специфічно. П. Лібезні, Рейтер, Є. Шліпгаке і А. Компере, В. М. Архангельський, Г. Л. Френкель вважають, що ультрачастотне поле впливає на організм також і специфічно.

Розходження в цьому питанні пояснюється тим, що нагрівання об'єкта в ультрачастотному полі маскує специфічну дію, тому наявність специфічного впливу ультракоротких хвиль можна виявити тоді, коли їх дія розходиться з дією тепла (Г. Л. Френкель).

Досліди в цьому напрямі провадили І. Аудіат і пізніше П. Є. Моцний та М. С. Рейзін. При цьому був досліджений вплив опромінення ультракороткими хвилями та нагрівання нервово-м'язового препарату на збудливість нерва. Опромінення в першу фазу підвищувало збудливість нерва, а нагрівання знижувало.

Завдання нашої роботи полягало у виявленні специфічного впливу ультрачастотного поля на рефлекторну діяльність спинного мозку. З літературних джерел відомо, що збудливість нервової системи при короткотривалому опроміненні ультракороткими хвилями підвищується, тривалі опромінення знижує збудливість (В. Я. Данилевський; М. С. Рейзін; М. Р. Могенович, П. Є. Моцний, В. Остертаг, Б. І. Лаврентьев і Б. Г. Федоров та ін.). Але є і протилежні дані. Так, Л. Делерм і Г. Фішгольд встановили, що збудливість нервово-м'язового апарату людини при короткотривалій дії струмів високої частоти знижується. Автори, на жаль, не вказують потужності поля; якщо вона була надто великою, то це могло викликати зниження збудливості нервово-м'язового апарату.

Д. Кельнер при опромінюванні здорових людей і хворих з паралічами периферичного і центрального походження, а також при опромінюванні нервово-м'язового препарату ніякого ефекту не помітив; в деяких випадках спостерігалися рухові реакції паралізованих м'язів.

Щодо даних про вплив ультрачастотного поля на рефлекторну діяльність спинного мозку також є деякі розходження, що можна пояснити різними параметрами ультрачастотного поля та різним функціональним станом нервової системи. Вперше опромінювання спинного мозку жаби провадили В. Я. Данилевський і А. М. Воробйов (від іскророзрядника з частотою коливань до 1 млн. періодів у секунду). Автори відзначили короточасне збільшення рефлексів.

В 1939 р. Д. О. Кочерга, досліджуючи шкірно-м'язові рефлекси (методикою Тюрка) і рефлекторне скорочення напівсухожильного м'яза, спостерігав підвищення рефлекторної діяльності спинного мозку при короткотривалому опроміненні спинальної жаби ультракороткими хвилями (довжина хвиль 4 і 14 м).

О. С. Розанова спостерігала при опромінюванні спинальної жаби слабкими полями вкорочення часу рефлексу, а при опромінюванні сильними полями — його подовження.

Є. Н. Геккер описав зниження рефлекторної діяльності спинного мозку при певній тривалості опромінювання. В 1940 р. Г. Я. Сич і в 1941 р. Н. В. Бекаурі спостерігали гальмування шкірно-м'язових рефлексів при опромінюванні таламічної жаби. При опромінюванні спинальних жаб Бекаурі не виявила гальмування шкірно-м'язових рефлексів, тому вона вважає, що спинний мозок малочутливий до впливу ультракоротких хвиль.

З наведених даних випливає необхідність, перш ніж приступити до дослідження наявності специфічного впливу, — дослідити вплив ультрачастотного поля на нервову систему. Спочатку ми вивчали вплив опромінювання на нервово-м'язовий препарат як на найпростішу ділянку нервової системи.

І. Вплив ультрачастотного електромагнітного поля на нервово-м'язовий препарат

Нервово-м'язовий препарат (сідничний нерв і литковий м'яз) осінньої жаби (*Rana ridibunda*) розміщували у вологій скляній камері, яку встановлювали між пластинами конденсатора. Нерв накладали на неполяризовані електроди, трубки яких були зігнуті і подовжені так, що металева частина електродів не потрапляла в поле дії ультракоротких хвиль (наявність УЧП-поля контролювали неонову лампою). При опромінюванні застосовували генератор для УВЧ-терапії (довжина хвилі 7,69 м, вихідна потужність 37 ва, діаметр пластин конденсатора терапевтичного контура 3,8 см, віддаль між ними 4 см). Нерв подразнювали розрядами конденсатора з інтервалом між подразненнями у 2 хв. (ємкість конденсатора 0,1 μF).

Була досліджена зміна порогового подразнення під час опромінення і після нього. З допомогою термопар (константан—мідь) вимірювали температуру нерва під час опромінення. Термопару встановлювали перпендикулярно силовим лініям, щоб не змінювати напрямку силових ліній.

Виявилось, що збудливість нерва при опромінюванні на протязі 2—15 хв. різко підвищується, поріг зменшується на 30—150 *mV*.

Температура нерва під час опромінення повільно підвищується на 7—10°. На рис. 1 (дослід № 32 від 4.X 1954 р.) верхня крива відбиває зміну температури під час опромінювання і після нього. На осі ординат показано температуру і поріг в *см* шкали реохорда; на осі абсцис — час подразнення в хвиликах. Початок опромінювання позначено стрілкою, зверненою вниз, кінець — стрілкою, спрямованою вгору.

Температура при короткочасному опромінюванні повільно підвищується з 20 до 27° С. Поріг (нижня крива) через 2 хв. після увімкнення генератора знижується з 14 до 9 *см*; після припинення опромінення поріг поступово повертається до вихідної величини.

Тривале опромінювання (5—20 хв.) знижує збудливість нерва на 2—10 *см* шкали, температура часто підвищується до 37—40° С. Наприклад, в досліді № 35 від 11.X 1954 р. через 2 хв. після початку опромінювання порогове подразнення зменшилось від 21 до 17 *см*, через 6 хв. воно зменшилось до 12,5 *см*, а через 16 хв. після початку опромінювання порогове подразнення збільшилось до 38 *см*. Температура підвищилась до 46° С. Препарат загинув.

Відновлення збудливості до вихідної величини після припинення опромінення відбувається через 2—40 хв. При тривалому опромінюванні і при глибоких змінах збудливості під час опромінення відновлення до норми відбувається повільніше або зовсім не відбувається.

Щоб встановити, в якій мірі ефект ультрачастотного поля залежить від нагрівання при опромінюванні, були поставлені досліди з охолодженням нервово-м'язового препарату під час опромінювання проточною водою і з нагріванням цього препарату без опромінення.

При охолодженні препарату під час опромінювання температура нерва зовсім не змінювалась або підвищувалась лише на 1—3° С, збудливість нерва підвищувалась на 2—3 см. Відновлення збудливості до нормальної наставало через 6—18 хв. Враховуючи те, що при опромінюванні

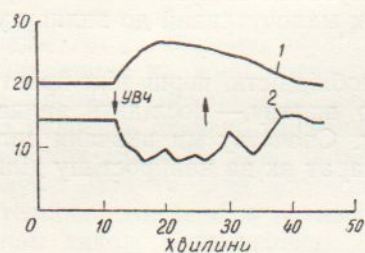


Рис. 1. Вплив опромінення ультракороткими хвилями на збудливість нервово-м'язового препарату.

1 — температура; 2 — порогове подразнення.



Рис. 2. Вплив нагрівання на збудливість нервово-м'язового препарату.

1 — температура; 2 — порогове подразнення.

з охолодженням на протязі 15—20 хв. зниження збудливості ще не спостерігалось, можна вважати, що нагрівання нерва під час опромінювання сприяє скорішому зниженню збудливості.

II. Вплив нагрівання на нервово-м'язовий препарат

Відомо, що нагрівання впливає на нерв як анод (М. П. Резвяков; П. О. Макаров і М. А. Юденіч; Т. І. Судакова).

М. А. Готт та І. С. Макдональд у дослідях з нагріванням нерва при подразнюванні його гальванічним струмом і розрядами конденсатора, а пізніше П. Є. Моцний і М. С. Рейзін при нагріванні ділянки нерва (нервово-м'язового препарату жаби) з 24—27° до 32—36° спостерігали зниження збудливості нерва з початку нагрівання. При дальшому нагріванні П. Є. Моцний і М. С. Рейзін відзначили підвищення, а потім зниження збудливості нерва.

М. Афанасьєв, І. Тарханов, В. Тернер, Розенберг і Сугімото при нагріванні нерва спостерігали підвищення його збудливості. Така розбіжність даних пояснюється, очевидно, тим, що досліди провадились у різних умовах. Так, Готт і Макдональд одержували при нагріванні нерва жаби і кролика різні дані залежно від того, чим нерв подразнювали: при подразнюванні нерва гальванічним струмом (тривалістю 0,05 сек.) або розрядами конденсатора збудливість нерва знижувалась, а при подразнюванні індукційним струмом збудливість підвищувалась.

В наших дослідях нагрівання нервово-м'язового препарату осінньої жаби провадилось пропусканням нагрітої води між подвійними стінками вологої камери, в якій був розміщений препарат. Температуру нерва вимі-

рювали термopapapo. Нерв подразнювали розрядами конденсатора (ємкістю 0,1 μF).

Нагрівання нервово-м'язового препарата з 20 до 23—25° С не змінювало збудливості нерва, нагрівання до 27—35° знижувало збудливість нерва (тривалість нагрівання така сама, як при опромінюванні), поріг збільшувався на 3—7 см; при охолодженні нервово-м'язового препарата до кімнатної температури збудливість поверталася до норми.

На рис. 2 (дослід № 52 від 20.X 1954 р.) видно, що підвищення температури при нагріванні з 19,5 до 28° С (верхня крива) не змінює порога (нижня крива), при підвищенні температури вище 29° поріг збільшується.

На основі дослідів з нагріванням нерва без опромінення і з охолодженням під час опромінювання можна вважати, що нагрівання об'єкта в ультрачастотному полі не є причиною підвищення збудливості нерва жаби; навпаки, якщо температура при опроміненні сильно підвищується, то збудливість нерва різко знижується.

Щоб переконатися в тому, що в підвищенні збудливості нерва при опромінюванні ультракороткими хвилями не відіграє ролі індукція струмів у подразнювальній установці, були проведені досліді з визначенням порога подразнення не під час опромінювання, а після нього. Нервово-м'язовий препарат занурювали у вазелінове масло, нерв подразнювали індукційним струмом з частотою в 30 перерв у секунду через срібні електроди, які під час опромінювання з масла виймали, щоб не змінювати напряму силових ліній; після припинення опромінення електроди прикладали до нерва і досліджували його збудливість.

Після короткотривалого опромінення (2—5 хв.) збудливість нерва підвищувалась на 2—8 см, а після тривалого опромінювання знижувалась на 10 см. Отже, опромінення нерва підвищує збудливість внаслідок специфічного впливу на нього, а не в зв'язку із збільшенням величини струму в подразнювальній установці завдяки індукції. Про це свідчать також досліді І. М. Хазена, П. Є. Моцного, М. Р. Могеновича з опроміненням нерва, який подразнювали кристалами кухонної солі.

III. Вплив ультрачастотного електромагнітного поля на рефлекторну діяльність спинного мозку

Вплив опромінення спинного мозку на час рефлексу

Пластини конденсатора генератора УВЧ розміщували з дорзальної та вентральної сторони спинного мозку спинальної осінньої жаби. Праву задню кінцівку занурювали до певного рівня в 0,25%-ний розчин сірчаної кислоти. Метрономом визначали час рефлексу до опромінення, при опроміненні та після нього. Інтервал між подразненням кінцівки кислотою становив 3 хв. Через 1—7 хв. після початку опромінювання час рефлексу вкорочувався на 0,5—1 сек., при опромінюванні на протязі 5—10 хв. час рефлексу подовжувався на 0,7—3 сек.; при повторному опромінюванні вкорочення і подовження часу рефлексу наставали раніше.

Отже, рефлекторна діяльність спинного мозку при опромінюванні його ультракороткими хвилями на протязі 1—7 хв. підвищується, про що свідчить вкорочення часу рефлексу, а при опромінюванні на протязі 5—10 хв. — пригнічується (час рефлексу подовжується). На рис. 3 (дослід № 1 від 9.XI 1954 р.) зображена крива зміни часу рефлексу при опромінюванні. На осі ординат відкладено час рефлексу в секундах, на осі абсцис — час у хвилинах.

Опромінювання спинного мозку ультракороткими хвилями на протязі 4 хв. не змінило часу рефлексу, через 6 хв. після початку опромінювання час рефлексу вкоротився на 0,6 сек.; через 4 хв. після припинення опромінювання час рефлексу повернувся до нормальної величини. При повторних опромінюваннях час рефлексу через 1 хв. після початку другого опромінювання вкоротився на 0,7 сек. і через 1 хв. після початку третього опромінювання—на 0,6 сек.; через 3 хв. після початку другого опромінювання і через 6 хв. після початку третього опромінювання час рефлексу подовжився (відповідно на 12 і 16 сек.).

Відновлення нормальної збудливості після припинення опромінювання відбувалось на протязі 3—40 хв., причому чим інтенсивніша зміна збудливості при опромінюванні, тим повільніше відбувається відновлення. Швидке відновлення збудливості вказує на те, що не було стомлення або адаптації центрів спинного мозку і рецепторів. На задні кінцівки опромінювання не впливало, бо вони були на звичайній відстані від пластин конденсатора; тому зміни в рефлекторній дузі при опромінюванні не могли бути зумовлені впливом ультрачастотного поля на рецептори.

Вплив ультрачастотного поля на рефлекторне скорочення напівсухожильного м'яза

Про стан збудливості спинного мозку можна ще судити з рефлекторного скорочення напівсухожильного м'яза.

У спинальної жаби при пороговому тетанічному подразнюванні (частота 30 в 1 сек.) малогомілкового нерва спостерігалось рефлекторне скорочення напівсухожильного м'яза іпселатеральної кінцівки, триголовий м'яз при цьому не скорочувався або скорочувався слабо. Ізотонічні скорочення обох м'язів записували на циліндрі кімографа (швидкість обертання циліндра 2 мм в 1 сек.). Пластини конденсатора встановлювали на рівні спинного мозку з дорзального та вентрального боків, визначали порогове подразнення до опромінювання, під час та після опромінювання. Крім того, вимірювали температуру спинного мозку під час опромінювання і після нього. Вимір температури провадили термopарою, яка дуже зручна завдяки малому розміру та великій чутливості. «Гарячий спай» термopари накладали на оголений поперековий відділ спинного мозку. Опромінювання спинного мозку на протязі 1—20 хв. підвищувало рефлекторну збудливість спинного мозку на 1—7 см шкали, опромінювання на протязі 5—30 хв. пригнічувало рефлекторну збудливість на 2—10 см. Інколи через 1—2 хв. після початку опромінювання уже спостерігалось пригнічення рефлекторної діяльності спинного мозку, при цьому температура спинного мозку підвищувалась до 37—50°. Звичайно під час опромінювання температура підвищувалась на 2—6° (з 18—19 до 20—25° С).

Рис. 4 (дослід № 15 від 28.III 1955 р.) ілюструє криву скорочення напівсухожильного м'яза (нижня крива) і триголового м'яза (верхня крива) до опромінювання спинного мозку, під час опромінювання і після нього. Нижня лінія—відмітка подразнення; інтервал між подразненнями—3 хв. Числа під нижньою лінією позначають відстань між котушками індукційного апарата при пороговому подразненні напівсухожильного м'яза. Початок опромінювання відмічено стрілкою, зверненою вниз, і кінець—стрілкою, спрямованою вгору.

Через 1 хв. після початку опромінювання скорочення напівсухожильного і триголового м'язів різко збільшились.

Відновлення збудливості спинного мозку до нормальної величини завершується через 5—40 хв. після припинення опромінювання. Скорочення

чення триголового м'яза при короткочасному опромінюванні збільшується або не змінюється, при тривалому опромінюванні спинного мозку скорочення цього м'яза зменшується.

Отже, при короткочасному опромінюванні в спинному мозку створюються такі умови, при яких збудливість його підвищується.

Щоб виявити наявність нетеплового впливу ультрачастотного поля на спинний мозок, були проведені дослідні з нагріванням спинного мозку

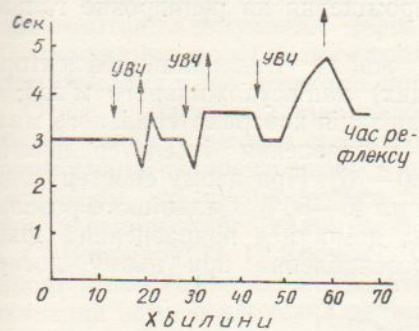


Рис. 3. Вплив опромінення спинного мозку ультракороткими хвилями на час рефлексу.

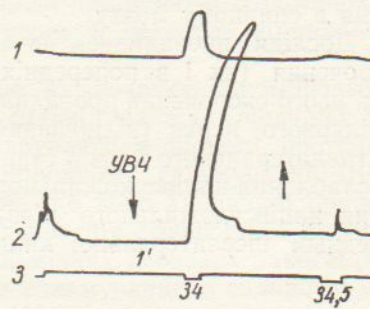


Рис. 4. Вплив опромінення ультракороткими хвилями на рефлекторну збудливість спинного мозку.

1 — триголовий м'яз; 2 — напівсухожильний м'яз; 3 — малогомілковий нерв.

ку без опромінення. Оголений поперековий відділ спинного мозку нагрівали шляхом накладання ватного тампона, змоченого нагрітим розчином Рінгера. Інші умови дослідів були такі самі, як у попередніх дослідях.

Температуру вимірювали термopарою. Виявилось, що нагрівання спинного мозку на $4-10^{\circ}$ (з 18 до 24° С і з $11-14$ до $18-23^{\circ}$ С) пригнічувало рефлекторну діяльність спинного мозку з самого початку на $1-3$ см шкали; інколи змін у рефлекторній діяльності спинного мозку при нагріванні до зазначеної вище температури не було відзначено. При охолодженні спинного мозку до кімнатної температури рефлекторна діяльність відновлювалась до норми. Наприклад, у досліді № 7 від 23.II 1956 р. порогове скорочення при нагріванні спинного мозку з 11 до 21° С при тій самій силі подразнення ($39,8$ см) стало ледве помітним, а при зниженні температури до 17° воно збільшилось до норми.

Отже, при нагріванні в рефлекторній діяльності відбуваються зміни, протилежні тим, які спостерігались при опромінюванні. Значить, нагрівання в полі УВЧ не є причиною підвищення рефлекторної діяльності спинного мозку.

В 1934 р. Ф. П. Петров нагріванням спинного мозку домогся припинення скорочень литкового м'яза (при подразненні сідничного нерва) і підвищення тону; автор вважає, що сталося підвищення збудливості спинного мозку, яке справляє пригнічуючий вплив на периферію.

І. Тарханов при нагріванні розрізу спинного мозку на рівні IV хребця (зануренням у нагріте до $30-35^{\circ}$ С масло) спостерігав підвищення рефлексів на щипання; нагрівання з 35 до 70° С знижувало діяльність спинного мозку. Але, на думку Тарханова, важко сказати, від чого залежать ці зміни; можливо, що підвищення рефлекторної діяльності є результатом нагрівання периферії.

Нами було поставлено кілька дослідів з нагріванням шкіри спини

жаби. При цьому величина згинального рефлексу різко збільшувалась, отже, посилення рефлексів у дослідях Тарханова, можливо, залежало від нагрівання шкіри, а не мозку.

Вплив ультрачастотного поля на реципрокне гальмування в спинному мозку

Щоб наблизитись до з'ясування механізму дії опромінення на спинний мозок, було досліджено вплив опромінення на реципрокне гальмування в спинному мозку.

Досліди провадилися на зимових жабах. Викликали рефлекторне скорочення (як і в попередніх дослідях) напівсухожильного м'яза; на фоні цього скорочення провадилася тетанізація контралатерального малогомілкового нерва (відношення сили подразнення іпселатерального і контралатерального нервів становило 30—16). При цьому спостерігалось розслаблення напівсухожильного м'яза на 40—80%. Сильнішого розслаблення напівсухожильного м'яза можна домогтися подразненням шкіри передньої іпселатеральної кінцівки, розслаблення при цьому досягає

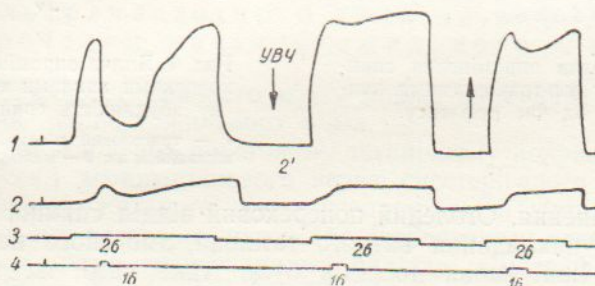


Рис. 5. Вплив опромінення на реципрокне гальмування в спинному мозку.

1 — напівсухожильний м'яз; 2 — триголовий м'яз; 3 — подразнення іпселатерального малогомілкового нерва; 4 — подразнення контралатерального малогомілкового нерва.

70—100% (відношення подразнень малогомілкового нерва і шкіри становило 36—11 при тому самому опорі обох індукційних апаратів). Були застосовані найменші подразнення контралатерального малогомілкового нерва і шкіри передньої кінцівки, які приводили до розслаблення напівсухожильного м'яза, скорочення якого спричиняли при подразнюванні силою струму на 2—3 см вище від порогової.

Ізотонічні скорочення напівсухожильного і триголового м'язів записували на кімографі (швидкість обертання циліндра—4 мм в 1 сек.). Виявилось, що опромінювання спинного мозку ультракороткими хвилями на протязі 2—5 хв. ослаблювало гальмування напівсухожильного м'яза. При гальмуванні з контралатерального малогомілкового нерва розслаблення при опромінюванні зменшувалось на 40—60%, при гальмуванні із шкіри передньої кінцівки опромінювання зменшувало розслаблення на 40—80%. Більш тривале опромінювання (на протязі 10—15 хв.) посилювало гальмування.

На рис. 5 (дослід № 24 від 23.I 1956 р.) верхня крива характеризує скорочення напівсухожильного м'яза, друга зверху—скорочення триголового м'яза, третя зверху—відмітка подразнення іпселатерального нерва (підняття лінії—початок подразнення, опускання донизу—кінець подразнення), нижня лінія—відмітка подразнення контралатерального малогомілкового нерва. Числа під обома лініями означають відповідно

відстань в сантиметрах між котушками індукційних апаратів при подразнюванні нервів. Початок опромінювання зображено стрілкою, зверненою донизу, кінець опромінення—стрілкою, спрямованою вгору. Як видно з рисунка, до опромінювання спинного мозку при короткому подразненні контралатерального маломілкового нерва спостерігалось значне розслаблення напівсухожильного м'яза; після двохвилинного опромінювання при тій самій силі подразнення обох нервів, але вдвоє більшій тривалості подразнення контралатерального нерва відзначалось ледве помітне гальмування. Через 3 хв. після припинення опромінювання гальмування помітно посилювалось, через 9 хв. після припинення опромінювання воно досягало норми.

Отже, гальмування відбувалось гірше на початку опромінювання, коли збудливість центрів спинного мозку підвищувалась. Очевидно, при опромінюванні спинного мозку в ньому відбуваються процеси, протилежні процесам, які відзначаються при реципрокному гальмуванні. Щодо природи реципрокного гальмування є дані, що воно анодичної природи (Д. С. Воронцов, П. Г. Костюк). Гіперполяризація створюється на мотонейроні імпульсами, які надходять по гальмівних нервових закінченнях. Викликані нами ослаблення реципрокного гальмування в спинному мозку при короткочасному опромінюванні можна пояснити тим, що ультрачастотне поле, підвищуючи збудливість центрів спинного мозку, утворює деполяризацію протоплазматичних мембран; цим самим утруднюється утворення гіперполяризації при подразнюванні контралатерального нерва, внаслідок чого гальмування ослаблюється.

IV. Висновки

1. Короткочасне опромінювання спинного мозку і нервово-м'язового препарата підвищує збудливість нерва і рефлекторну збудливість спинного мозку.

2. Нагрівання спинного мозку на $2-6^{\circ}\text{C}$, а нервово-м'язового препарата вище 28° знижує їх збудливість. Нагрівання нерва до 28° не змінює його збудливість.

Ці факти свідчать про наявність нетеплового (специфічного) впливу ультрачастотного поля на нервову систему.

3. Реципрокне гальмування в спинному мозку при короткочасному опромінюванні ультракороткими хвилями ослаблюється, що свідчить про протилежність процесів при опромінюванні процесам при гальмуванні.

4. При опромінюванні збільшується проникність протоплазматичних мембран нервових елементів і утворюється їх деполяризація.

ЛІТЕРАТУРА

- Архангельський В. М., Експер. медицина, 4, 5, 1937.
 Архангельский В. М., Сб. работ Ин-та физиологии животных при Днепропетровском госуниверситете, т. III, 1940.
 Афанасьев И., Archiv für Anat. u. Physiolog., N. VI, 1865, S. 69 I.
 Бекаури Н. В., Физиол. журн. СССР, т. 31, 62, 1941, с. 173.
 Воронцов Д. С., Проблемы межнейронных и нейротканевых отношений, Изд-во АН УССР, 1953, с. 19.
 Воронцов Д. С., Физиол. журн. СССР, т. 38, № 2, 1952, с. 194.
 Геккер Е. Н., III Український з'їзд фізіологів, біохіміків, фармакологів, Дніпропетровськ, 1939.
 Глезер Д. Я., Матеріали Ленінгр. конференції по УВЧ, 1937.
 Глезер Д. Я., Вопросы применения коротко- и ультракоротких волн в медицине, 1940.
 Данилевский В. Я., Исследование над физиологическим действием электричества на расстоянии, т. I, Харьков, 1900.

- Данилевский В. Я. и Воробьев А. М., Врачебное дело, № 23—24, 1927, с. 1837.
- Костюк П. Г., Физиол. журн. АН УРСР, т. I, № 3, 1955, с. 27.
- Кочерга Д. О., Сб. работ Ин-та физиологии животных при Днепроп. университете, т. III, 1940, с. 123.
- Лаврентьев Б. И. и Федоров Б. Г., Биологическое действие ультравысокой частоты ВИЭМ, 1937.
- Лебединский А. В., Вопросы применения коротких и ультракоротких волн в медицине, 1940, с. 121.
- Либезни П., Короткие и ультракороткие волны. Биология и терапия, М.—Л., 1936.
- Макаров П. О. и Юденич Н. А., Труды III Всесоюзного съезда физиологов, в. XXV, 1928, с. 290.
- Могендович М. Р., Бюлл. exper. биол. и мед., т. VI, 1938, с. 326.
- Моцний П. Е., Экспер. медицина, № 9, 1936, с. 95.
- Моцний П. Е., Сб. работ молодых ученых Днепропетровского университета, т. IV, 1936, с. 95.
- Моцний П. Э. и Рейзин М. С., Сборник работ Ин-та физиологии при Днепропетровском университете, т. III, 1940, с. 51.
- Петров Ф. П., Физиол. журн. СССР, т. XVII, № 5, 1934, с. 962.
- Резвяков Н. П., Русский физиол. журн., т. V, в. 1—3, 1922, с. 85.
- Розанова О. С., Физиотерапия, № 4, 1939.
- Сыч Г. Я., Сб. работ Ин-та физиологии при Днепропетровском университете, т. III, 1940, с. 103.
- Судакова Бюлл. exper. биол. и мед., т. VI, в. 3, 1938, с. 323.
- Тарханов И., О влиянии теплоты на чувствующие нервы, спинной и головной мозг не обескровленных и обескровленных лягушек, дисс., 1871.
- Френкель Г. Л., Биол. действия УВЧ, ВИЭМ, 1937.
- Френкель Г. Л., Курортология и физиотерапия, № 5, 1936, с. 13.
- Хазен И. М., Труды Моск. обл. клиники физ. методов лечения, т. IV, 1940, с. 25.
- Delherm L. et Fischgold H., C. r. Acad. d. Sciences, 199, 1934, p. 1688.
- Gotcha Macdonald, J. physiol., v. 20., 1896, p. 17.
- Haas M. u. Lob, Strahlentherapie, 50, 2, 1934, S. 345.
- Kellner D., Medizin. Klin., № 21, 1932, S. 721.
- Krainik R., Journ. de radiol. et de electrol., 18, 92, 1934.
- Ostertag B., Deutsch. med. Wchschr., B. 58, 1932, S. 1240.
- Reiter, Klin. Wchschr., № 12, 1933, S. 442.
- Reiter, Deutsch. med. Wchschr., № 5, 1933, S. 160.
- Rosenberg u. Sugimoto, Biochem. Ztschr., B. 156, H. 1—4, 1925, S. 262.
- Schliephake u. Compere, Klin. Wchschr., 44, 1933, S. 1729.
- Thörner W., Ztschr. für all. physiol., 3, 13, H. 3, 1912, S. 247.

Київський держ. університет
кім. Т. Г. Шевченка,
кафедра фізіології тварин

Надійшла до редакції
1.VII 1957 р.

«Влияние ультрачастотного электромагнитного поля на рефлекторную деятельность спинного мозга

Ф. И. Гришко

Резюме

Задачей настоящего исследования является выяснение наличия специфического действия ультрачастотного поля на нервную систему. Опыты проводились на нервно-мышечном препарате лягушки с применением электрического раздражения и на спинальных лягушках (*Rana ridibunda*) с применением химического раздражения кожи задней конечности и электрического раздражения малоберцового нерва ипсилатеральной конечности. Сравнивалось действие облучения ультракороткими волнами и нагревания на возбудимость нерва и на рефлекторную дея-

тельность спинного мозга. Индикатором служили в первом случае пороговые сокращения икроножной мышцы, во втором случае рефлекторные сокращения полусухожильной мышцы. Полученные результаты позволяют сделать следующие выводы.

1. Кратковременное облучение спинного мозга и нервно-мышечного препарата повышает возбудимость нерва и спинного мозга, длительное облучение (5—30 мин.) снижает возбудимость.

2. Во время облучения спинного мозга температура, измеренная при помощи термодпары, повышается на 2—6° С, при облучении нервно-мышечного препарата температура нерва повышается на 7—10° С.

3. Нагревание спинного мозга на 2—6° С, а нервно-мышечного препарата выше 28° С понижает их возбудимость. Нагревание нервно-мышечного препарата до 28° С не изменяет возбудимость нерва. Эти факты свидетельствуют о наличии нетеплового (специфического) влияния ультраточастотного поля на нервную систему.

4. Реципрокное торможение в спинном мозгу при кратковременном облучении его ультракороткими волнами ослабляется, что свидетельствует о противоположности процессов при облучении и процессов при торможении.

5. При облучении увеличивается проницаемость протоплазматических мембран нервных элементов и происходит их деполяризация.

Effect of an Ultrahigh Frequency Electromagnetic Field on the Reflex Activity of the Spinal Cord

F. I. Grishko

Summary

The aim of this investigation was to ascertain the existence of a specific action of an ultrahigh frequency field on the nervous system. The experiments were conducted on a nerve-muscle preparation of a frog, applying electric stimulation and on spinal frogs (*Rana ridibunda*), applying chemical stimulation of the hind leg skin and electrical stimulation of the fibular nerve of the ipsilateral limb. The effect of ultrashort wave irradiation and heating on nerve excitation was compared with the effect on the reflex activity of the spinal cord. In the first case the indicator was the threshold contractions of the gastrocnemius muscle; in the second case, the reflex contractions of m. semitendinosus. The obtained results permit drawing the following conclusions.

1. A brief irradiation of the spinal cord and the nerve-muscle preparation raises the excitability of the nerve and spinal cord; a prolonged irradiation (5—30 minutes) lowers the excitability.

2. During irradiation of the spinal cord, the temperature, measured by means of thermocouples, rises 2—6° C; during irradiation of the nerve-muscle preparation, the temperature of the nerve rises 7—10° C.

3. A rise of 2—6° C caused by heating the spinal cord, and heating the nerve-muscle preparation above 28° C, lowers the excitability. Heating the nerve-muscle preparation up to 28° C does not alter the excitability of the nerve. These facts indicate the existence of a non-thermal (specific) effect of the ultrahigh frequency field on the nervous system.

4. Reciprocal inhibition is weakened in the spinal cord during brief irradiation with ultrashort waves, which indicates that the processes during irradiation are opposed to the processes during inhibition.

5. On irradiation there is a rise in the permeability of the protoplasmic membranes of the nerve elements, and their depolarization takes place.