

Change in the Biophysical Parameters of the Surface Layer of the Protoplasm of Mollusk Neurons under the Effect of Ionizing Radiation

V. I. Bogomoletz and V. A. Maisky

*Laboratory of biophysics and laboratory of general physiology of the A. A. Bogomoletz
Institute of Physiology of the Academy of Sciences of the Ukrainian SSR, Kiev*

Summary

When solving radiobiological problems the question of rest potential variation and the generation of action potentials of irradiated nerve cells is of essential importance for the clarification of the mechanism of action of radiation on live formations and the pathogenesis of radiation sickness. In addition, the investigation of the resistance of the surface layer of the protoplasm of neurons makes it possible to judge of the state of ionic permeability in living cells in the normal state and of the nature of its changes after irradiation. The researches were conducted on giant unipolar neurons of the parietal ganglia of the nervous system, *Planorbis corneus*.

Two microelectrodes were inserted into the nerve cell under visual control. Rectangular current pulses were passed through one of them in various directions. The second microelectrode was used to record changes in the transmembrane difference in potentials and action potential during three hours after irradiation. The data of electrophysiological parameters obtained on irradiated neurons were compared with the results obtained on control (unirradiated) cells.

On irradiating the isolated nervous system of mollusks with large doses of X-rays (54—216) there is a decrease in the rest potential and action potential of giant unipolar neurons. The action potentials undergo greater changes than the rest potentials.

The specific resistance of the membranes of neurons irradiated with 54—216 curies decreases slightly during the first three hours after irradiation. No definite change could be detected in the capacity of the membranes of irradiated neurons.

Зміни тигроїдної речовини нейронів під впливом радіохвиль

В. С. Білокриницький

Лабораторія біофізики Інституту фізіології ім. О. О. Богомольця
Академії наук УРСР, Київ

Нервові клітини відрізняються від інших клітин організму наявністю специфічних утворень: тигроїдної речовини і нейрофібрил.

Тигроїдна речовина була описана Нісслем у 1892 р. (при перерізанні з наступним вириванням центрального відрізка лицевого або спінального нервів); автор назвав її хроматофільною субстанцією в нейроплазмі. І з того часу ця речовина, яка названа ім'ям автора, привертала до себе і привертає зараз увагу дослідників різних спеціальностей.

З'ясування природи і значення ніслівескої субстанції в життєдіяльності нейрона присвячено дуже багато експериментально-морфологічних досліджень [32, 33, 34, 35, 29, 28, 27 та ін.]. Було показано, що в залежності від стану нервової клітини ця субстанція змінюється.

За допомогою гістохімічних методів [36, 30, 31, 6, 17, 18, 19, 9] було встановлено, що хроматофільна речовина являє собою нуклеотид, який містить рибонуклеїнову кислоту. Крім того, вона містить кислі і лужні білки, ферменти та інші компоненти. Мікрохімічні реакції виявляють у тигроїдній речовині присутність заліза, полісахаридів, подібні до глікогену [36], а в деяких нейронах міститься і запасний глікоген [24].

Автор зазначає, що глікоген перебуває в симплексі з білками.

Отже, гістологічні, гістохімічні і мікрохімічні спостереження вказують на те, що субстанція Ніссля становить дуже складну в хімічному відношенні речовину, яка являє собою білково-нуклеїновий енергетичний фонд нейронів і бере найактивнішу участь у клітинному метаболізмі.

Більшість проведених досліджень, виконаних за методом Ніссля, присвячена вивченню так званих ретроградних змін в моторних нейронах, які виникли в результаті травми їх аксонів [2, 3, 25, 21, 20, 26, 1, 11, 12, 13 та ін.].

Аналізуючи праці перелічених вище авторів, можна зазначити, що як хімічна травма, так і травма, яка настала внаслідок перерізання периферичного нерва з наступним викиданням центрального відрізка, а також травма, заподіяна шляхом стиснення нерва, призводять до гістологічних змін в різних відділах нервової системи як з боку пошкоджуючого нерва, так і з контралатерального боку.

Виходячи з вчення І. П. Павлова про цілісність організму та його рівновагу з навколишнім зовнішнім середовищем, вивчення зовнішнього фактора, що впливає на цілісний організм і, насамперед такого, дія якого є для організму шкідливою, має першорядне значення. В зв'язку з цим вивчення змін в організмі і, зокрема, змін у нервовій системі, що

настають пі
значення.

Лише одні дані про біол

Питання
нервової сист

шин, А. В. Т
авторів можн
фотопортрет

фологічні змі
цілісний орга

В. Ю. Пер
деяких органі
випадки

Випадках, коли
дози СВЧ-пол
відсутні.

Відхилень від
клітин мозочка
В інших

В інших в.
доз СВЧ-поля
(родиків) :

роликів) і при
одина протяго
варини задух

варини залиша
ослідженні їх
ж у тих умо

ами СВЧ-поля.

На жаль, в

та жаль, ве
доза», «слабк
жливості зроби

М. С. Толгсь
річні зміни нег

ульсьним і без.

якому наста.
тин головного

... і судинні р
ому впливі (40

При хронічній

кої інтенсивно
вигляді пікне

я і вакуолізація
аламічної діля

При хронічному

т/см² — 35—40

окремих нерв
к видно з нав

уванні СВЧ-п
их клітин гол

еликої інтенси
оте, на жаль,

тенсивностей
т/см², а при

настають під впливом на нього радіохвиль, має особливо важливе значення.

Лише останнім часом в літературі починають нагромаджуватись дані про біологічну дію СВЧ-поля.

Питання про морфологічні зміни внутрішніх органів і особливо нервової системи під впливом СВЧ-поля, як зазначають В. Ю. Первушин, А. В. Тріумфов [14], взагалі і досі залишаються відкритими. Цих авторів можна вважати одними з перших дослідників, які вивчали морфологічні зміни центральної нервової системи під впливом СВЧ-поля на цілісний організм.

В. Ю. Первушин, А. В. Тріумфов [14], вивчаючи морфологічні зміни деяких органів кроликів, підданих дії СВЧ-поля, зазначають, що в тих випадках, коли тварини гинули від одноразового застосування сильної дози СВЧ-поля, більшість нервових клітин головного мозку не мала відхилень від норми. Автори виявили незначні зміни деяких нервових клітин мозочка і півкуль головного мозку.

В інших випадках, коли кроликів піддавали хронічній дії менших доз СВЧ-поля (по дві години щодня протягом 12—57 днів — п'ять кроликів) і при хронічному застосуванні слабких доз СВЧ-поля (по дві години протягом 12—57 днів — від 24 до 115 годин — п'ять кроликів), тварини залишалися живими і їх згодом вбивали для дослідження. При дослідженні їх головного мозку автори виявили більш виражені зміни, ніж у тих, що загинули після одноразового опромінення великими дозами СВЧ-поля. Вони полягали в необоротних змінах у глибоких шарах кори. В клітинах стовбурової частини мозку спостерігалися зміни оборотного характеру.

На жаль, введення авторами термінів «сильна доза», «менш сильна доза», «слабка доза» без точного кількісного їх значення позбавляє можливості зробити чіткі порівняння або повторити їх досліді.

М. С. Толгська, З. В. Гордон, Є. А. Лобанова [22], вивчаючи морфологічні зміни нервової системи і внутрішніх органів щурів при впливі імпульсним і безперервним СВЧ-полем, зазначають, що при одноразовому застосуванні СВЧ-поля великої інтенсивності (до 100 мвт/см^2), при якому настала смерть, вони виявили гостре набухання нервових клітин головного мозку з явищами поодиноких вакуолей у протоплазмі клітин і судинні розлади. Такі зміни автори спостерігали і при одноразовому впливі (40 хв) імпульсним СВЧ-полем 40 мвт/см^2 та при одноразовому впливі (30 хв) СВЧ-полем 20 мвт/см^2 і 10 мвт/см^2 .

При хронічному опромінюванні (75 сеансів по 10 хв) СВЧ-полем великої інтенсивності ($40\text{—}100 \text{ мвт/см}^2$) були виявлені дистрофічні зміни у вигляді пікноморфного зморщування деяких клітин кори, набухання і вакуолізацію протоплазми окремих нервових клітин таламо- і гіпоталамічної ділянки і проліферативну реакцію мікроглії в головному мозку.

При хронічному впливі СВЧ-поля (20 мвт/см^2 протягом 30 хв), а також імпульсним і безперервним СВЧ-полем малої інтенсивності (до 10 мвт/см^2 — 35—40 сеансів по 30 хв) вони спостерігали мутне набухання окремих нервових клітин головного мозку.

Як видно з наведених даних, згадані вище автори при хронічному застосуванні СВЧ-поля також виявляли більш виражені ураження нервових клітин головного мозку, ніж при одноразовому впливі СВЧ-поля великої інтенсивності.

Проте, на жаль, автори не вказали тривалості дії СВЧ-полів великих інтенсивностей при одноразовому опромінюванні тварин до 100 мвт/см^2 , а при хронічному опромінюванні тварин СВЧ-полем не

вказали в одних випадках тривалості перерви між сеансами, а в інших випадках кількості сеансів і тривалості перерви між ними (друга група тварин, підгрупи А, Б, В, коли були застосовані різні інтенсивності — 40—100 мвт/см², 20 мвт/см² і 10 мвт/см²). Крім того, з умов опромінювання не видно, коли застосовували імпульсні і коли безперервні режими СВЧ-полів по окремих діапазонах. Тому важко судити про кореляцію між виявленою морфологічною картиною і силою пошкоджуючої дії СВЧ-поля на тварин в кожній окремій підгрупі.

Однак з наведених вище праць можна зробити висновок, що при одноразовому впливі СВЧ-поля великої інтенсивності (точно не вказано) кролики, а в інших дослідях білі щури гинули. В головному мозку кроликів В. Ю. Первушин, А. В. Тріумфов [14] не виявили істотних змін у більшості нервових клітин і відзначили лише незначні зміни нервових клітин кори великих півкуль і мозочку. С. М. Толгська, З. В. Гордон, Є. А. Лобанова [22] у головному мозку білих щурів виявили гостре набухання нервових клітин. Аналогічні зміни нервових клітин ці автори виявили і при одноразовому впливі протягом 40 хв СВЧ-поля 40 мвт/см², по 30 хв — СВЧ-поля 20 мвт/см² і 10 мвт/см².

Крім того, при хронічному опромінюванні СВЧ-полем різної інтенсивності в їх дослідях відзначались більш виражені морфологічні зміни нервових клітин головного мозку, ніж при одноразовому опромінюванні СВЧ-полем великої інтенсивності.

Зміни нервових клітин спинного мозку при дії СВЧ-поля на організм ці автори не вивчали і в літературі нам не пощастило знайти таких праць. Проте, є згадка (Доліна, 1959) про вакуолізацію їх з повним зникненням ядер клітин кори та гіпоталамічної ділянки.

Виходячи з викладених вище даних, ми поставили перед собою завдання вивчити зміни тигроїдної речовини, а також інших компонентів нервових клітин головного і спинного мозку кішок при впливі на них СВЧ-поля.

В наших дослідях тварин піддавали одноразовому впливу СВЧ-поля трисантиметрового діапазону великої інтенсивності (0,4—0,5 вт/см²) протягом однієї години і після припинення опромінювання негайно ж вбивали. Ми повністю оголювали весь спинний мозок з деякими цілими спинномозковими вузлами. Потім з черепної коробки звільняли весь головний мозок. Одержаний матеріал фіксували в нейтральному формаліні і в спирті для забарвлення за методом Ніссля. Застосовували і допоміжні методи забарвлення (Ван-Гізон, гематоксилін з еозином та ін.).

Дослідженню піддавали різні у функціональному відношенні групи нейронів, розташованих у передніх, бокових і задніх рогах спинного мозку; нейрони великих півкуль головного мозку (рухова, чутлива та інші ділянки); нейрони підкоркових утворень і стовбурової частини мозку; нейрони кори та ядер мозочка, нейрони деяких міжхребцевих вузлів.

Як відомо, за своїм топографічним розташуванням різні групи нейронів знаходяться у певних ділянках спинного і головного мозку, утворюючи цитоархітекtonіку сірої речовини.

Тигроїдну речовину, яку ми мали намір дослідити, найкраще можна було спостерігати у більш крупних нейронах, що містять більшу кількість протоплазми (моторні і симпатичні нейрони спинного мозку, пірамідні клітини, клітини Пуркін'є тощо).

Досліджуючи матеріал, здобутий у опромінених тварин (рис. 1, 2), ми спостерігали неоднакові зміни тигроїдної речовини, ядер та ядерець в усіх функціональних групах перелічених вище клітин. Трапляються найрізноманітніші зміни форми і розмірів самих клітин та їх елементів, а також зміни тигроїдної речовини в їх протоплазмі.

Зміни розмірів нейронів, що виникли в результаті опромінення, здебільшого були різні. Форма їх ставала неправильною, кутастою із зазубленими, нечітко вираженими краями. Відростки нейронів помітно

стоншувались, через нечіткість, їх кількість

Незалежно від дослідів змін ядерця.

Як вплив стережень, фор



Рис. 1. Руховий нейрон нормального мозку. Мікрофото. Метод Ніссля.

патологічний, а риси властиві п. Проте у наших дослідів, ніж в нормі.

В одних випадках змінних розмірів тигроїдної речовини.

форми, зміщувалися, як і сама клітина, були більш чіткими. Проте речовини. Доречніше, жакують переміщення важливішою ознакою зернистості на поверхні.

Наші спостереження свідчать про те, що може також слугувати. Так, у клітинах бокових рогах, ми спостерігали вало чорного кольору тепер розташовувалися.

Хроматофільні нейрони клітин змінювалися.

Серед корінних нервів рога спинного мозку

стоншувались, набували звивистого, у вигляді вістря, характеру. Іноді, через нечітко виражену в їх протоплазмі розчинену тигроїдну речовину, їх кількість немов би зменшувалась.

Незалежно від ступеня зміни форми і розмірів нейронів в наших дослідях змінювались форма і тинкторіальні властивості ядра та ядерця.

Як впливає з наведених літературних даних і наших власних спостережень, форма ядра та ядерця нейронів змінюється не тільки при

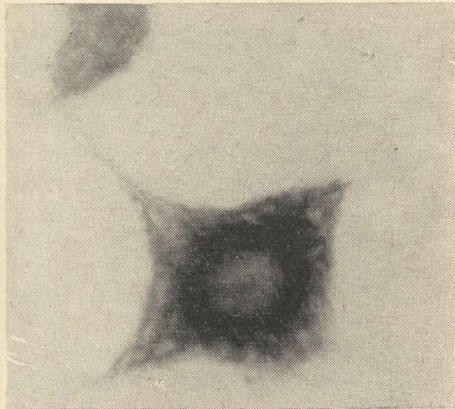


Рис. 1. Руховий нейрон спинного мозку нормальної кішки.

Мікрофото. Метод Ніссля. Збільшення 10×40.

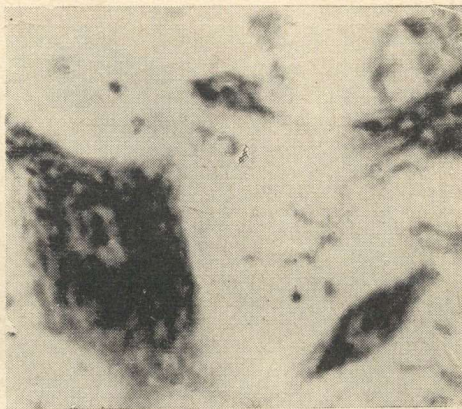


Рис. 2. Нервові клітини передньо-бокового симпатичного ядра спинного мозку нормальної кішки.

Мікрофото. Метод Ніссля. Збільшення 10×40.

патологічній, а й при нормальній картині нісслівської речовини. Такі риси властиві певною мірою і нормально функціонуючим нейронам. Проте у наших опромінених тварин вони спостерігаються значно частіше, ніж в нормі.

В одних випадках контури ядра стають нерівними при майже незмінних розмірах ядра і клітини з майже нормальним виглядом нісслівської речовини. В інших випадках ядра набували довгастої, витягнутої форми, зміщувались на периферію і зменшувались в розмірах так само, як і сама клітина. Контури ядра і клітини ставали нерівними, розпливчастими. При цьому спостерігався перерозподіл брилок тигроїдної речовини. Доречно відзначити, що окремі автори [2, 26, 1 та ін.] вважають переміщення ядра в напрямку до периферії тіла нейрона найважливішою ознакою при оцінці тих чи інших змін хроматофільної зернистості на препаратах, оброблених за методом Ніссля.

Наші спостереження, а також наявні в літературі дані [13 та ін.] свідчать про те, що в цих випадках слід ураховувати і стан ядерця, що може також служити показником функціональних зрушень в нейроні. Так, у клітинах передньо-бокового симпатичного ядра, яке знаходиться в бокових рогах спинного мозку та інших нейронах опромінених тварин, ми спостерігали, що ядерце зменшувалось до розмірів точки, набувало чорного кольору, тобто змінювало тинкторіальні властивості і тепер розташовувалось ексцентрично.

Хроматофільна речовина в усіх спостережуваних нами групах нервових клітин змінювалась по-різному.

Серед корінцевих клітин, які становлять латеральну групу переднього рога спинного мозку, поряд з деякими майже нормальними клі-

тинами, ми спостерігали і клітини з вираженим гіперхроматозом. Ядро гіперхроматозних нейронів змінювало круглу форму, ставало більш крупним з нерівними контурами, частково зміщувалося до периферії клітини. Ядерце в ядрі значно зменшувалося в розмірах і розташовувалося не по центру ядра. Тіло клітини незначно зменшувалося. Відростки стоншувались. У дендритах тигроїдна речовина майже розплавлялась (рис. 3).

Значно рідше в моторних нейронах спостерігався нерівномірний розподіл, часткове розплавлення ніссльовської зернистості по периферії

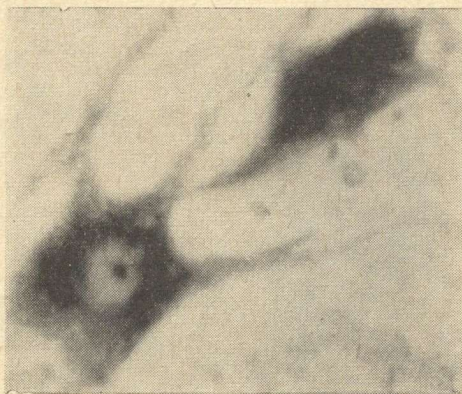


Рис. 3. Спинний мозок кішки, опроміненої СВЧ-полем трисантиметрового діапазону великої інтенсивності ($0,4-0,5 \text{ Вт/см}^2$) протягом однієї години. Гіперхроматоз. Відносно збільшення ядра і зменшення ядерця, вони трохи зміщені з нерівними контурами. Незначне зменшення об'єму тіла клітини.

Мікрофото. Метод Ніссля. Збільшення 10×40 .

тіла клітини. Таке явище звичайно поєднувалось із збільшенням об'єму клітини і появою ексцентричного розташування ядра. Ядерце цих нейронів нерідко зазнавало деформації.

В клітинах передньо-бокового симпатичного ядра спостерігалось різко виражене розплавлення тигроїдної речовини з частковими острівцями її, розташованими в різних ділянках протоплазми клітинами. Нейрони значно зменшувались в розмірах, набували витягнутої форми з розпливчастими, нечітко вираженими краями. Ядра їх ставали дрібними, деформованими і в них розташовувались чорні, крапкові ядерця (рис. 4). Тут таки розташовувались більш бліді нейрони з незвичайною, дрібною пилувидною зернистістю.

Іноді зустрічались нейрони зменшені в розмірах з частковим розплавленням хроматофільної речовини, які набували кривкуватої форми.

Інші нейрони бокового і заднього рогів також були дуже бліді з рівномірно розподіленою хроматофільною зернистістю у вигляді пилу.

Аналогічні зміни тигроїдної речовини, ядер і ядерця були нами виявлені і в клітинах головного мозку. Вони також були неоднакової вираженості. Більш виразні зміни спостерігались у деяких пірамідних клітинах кори великого мозку (четвертий — шостий шари) і в клітинах Пуркінє мозочка, які містять велику кількість протоплазми. Вони по-



Рис. 4. Спинний мозок кішки, опроміненої СВЧ-полем (умови такі самі). Медіальна група клітин поперекового відділу. Значне зменшення розмірів і зміна форми нейронів з розпливчастими краями. Часткова деформація і зміщення ядер на край тіла клітини. Дрібні, із значними змінами тинкторіальних властивостей, ядерця. Дифузне розпилення хроматофільної зернистості Ніссля. Збільшення нейронів.

Мікрофото. Метод Ніссля. Збільшення 10×20 .

лягали в перематолізі, край і ядерця з неутворень, стовкість протопла

В спинномостей ядерця, формами хромати. Такі картини спостерігала Вових стовбуріненні великого Є. К. Плечковлечком та ін.

Отже, при діапазону протому нервових клітин і тинкторіальних з більшою виражаються різницю ступінь змін нейронів тіла речовина у опроміненні стентними в цьому рухові соматичні

Найчастіше клітинних брилочастих частковий переміщення зернистості у вигляді від нього. Ці форми видно, відбиваються [2] називає «р

Виявлені зміни процесів, і зміни сучасних у вигляді сліду визнає зміни синтезу білків тобто про зміну міну під впливом

Відомо, що в клітині відбувається і релаксацийних клітин в діапазоні ця величина мікрохвильового випромінювання $6-8 \text{ мм}$ [15, 16].

При функціонуванні розщеплює великі тиском шляхом зміни чергу, впливає на клітини. Ці процеси діють його до різної кількості об'єму і форми клітинного стану протоплазми базифільної зернистості властивостей я

лягали в перегрупуванні хроматофільної речовини, центральному хроматолізі, крайовому гіперхроматозі, ексцентричному розташуванні ядер і ядерця з нерізко вираженою їх деформацією. В клітинах підкоркових утворень, стовбуровій частині мозку і мозочка, які містять меншу кількість протоплазми, ці зміни менш помітно виражені.

В спинномозкових вузлах зміна форми і тинкторіальних властивостей ядерця, що нагадують картини секреції, поєднуються з різними формами хроматолізу, збліднення та розпилення нісслівської зернистості. Такі картини стану ядерця у нервових клітинах чутливих вузлів спостерігала В. В. Семенова-Тянь-Шанська [20] при хімічній травмі нервових стовбурів; Д. К. Мігунова [10] та І. В. Торська [23] — при подразненні великомілкового і маломілкового нервів електричним струмом; Є. К. Плечкова [13] — при стисненні сідничного нерва металевим колечком та ін.

Отже, при впливі на організм кішок СВЧ-поля трисантиметрового діапазону протягом однієї години ми спостерігали зміну форми та об'єму нервових клітин головного і спинного мозку, зміну форми, розташування і тинкторіальних властивостей ядра та ядерця значно частіше і з більшою вираженістю, ніж у нормальних тварин. Ці зміни супроводжуються різною морфологічною картиною тигроїдної речовини. При цьому ступінь зміни тигроїдної речовини в різних функціональних групах нейронів тієї самої тварини є різним. Більших змін тигроїдна речовина у опромінених тварин зазнає в чутливих нейронах. Більш резистентними в цьому відношенні до впливу СВЧ-поля є вегетативні і рухові соматичні нейрони.

Найчастіше у опромінених тварин ми спостерігали розпилення нісслівських брилок і збліднення забарвлення нейронів. Рідше відзначався частковий периферичний хроматоліз з концентрацією хроматофільної зернистості у вигляді окремих острівців навколо ядра або недалеко від нього. Ці форми морфологічних змін тигроїдної речовини, які, очевидно, відбивають особливий фізіологічний стан нейронів, Б. С. Дойников [2] називає «реакцією» на подразнення.

Виявлені зміни нервових клітин та їх складових частин, а також зміни процесів, що відбуваються у протоплазмі, можна пояснити з позиції сучасних уявлень про нісслівську речовину і каріоплазму. Очевидно слід визнати, що описані зміни в ядрах і ядерцях свідчать про зміни синтезу білків, а також про ензиматичну діяльність нейронів, тобто про зміну їх фізіологічного режиму і регулювання процесів обміну під впливом радіохвиль.

Відомо, що поглинання мікрохвильової енергії в тканинах організму відбувається внаслідок втрат енергії за рахунок іонної провідності і релаксаційних коливань дипольних молекул води. В трисантиметровому діапазоні ця втрата становить 98% падаючої енергії, а глибина проникнення мікрохвиль в тканини (кров, шкіра, м'язи, мозок) становить 6—8 мм [15, 16].

При функціонуванні нервової клітини в таких умовах, коли нейрон розщеплює великі молекули на дрібніші, змінюється його осмотичний тиск шляхом зміни рН більше, ніж в нормальних умовах, що, в свою чергу, впливає на функціональну проникність протоплазматичної мембрани. Ці процеси відбуваються в нових для нейрона умовах і приводять його до різноманітних морфологічних змін у вигляді різних варіацій об'єму і форми нейрона і його елементів, певного біо-фізико-хімічного стану протоплазми нейрона, що наочно виражається в зміні базифільної зернистості тигроїдної речовини, положення і тинкторіальних властивостей ядра та ядерця.

Така послідовність змін, що відбуваються при порушенні функцій нейронів, відповідає онтогенезу нервової клітини. Наші попередні спостереження і висловлювання про це узгоджуються з даними інших авторів і, зокрема, з дослідженнями А. М. Іваницького [5], який встановив залежність функції нервової клітини від появи в ній певних гістологічних структур та їх якісного стану в онтогенезі, а саме: поява в цитоплазмі оформлених брилок тигроїдної речовини і чітко диференційованого крупного ядерця, багатого на РНК.

Оскільки ці гістологічні структури є наймолодшими в онтогенезі нейрона, вони і найбільш уразливі і тому частіше і раніше інших зазнають різних ушкоджень.

Більш того, на нашому матеріалі підтверджуються наявні в літературі дані і про те, що перебіг і характер ретроградних змін залежать від типу нейронів. Ступінь ураження досліджених нами різних нейронів і їх структуральних елементів у даної тварини неоднакова. При їх порівняльному вивченні видно, що старіші в еволюційному розвитку нейрони більш резистентні до радіохвиль (рухові нейрони), а молодші — менш стійкі (чутливі нейрони).

Ми тут спинились тільки на одному з механізмів пошкоджуючої дії радіохвиль. Проте не виключена можливість існування і інших механізмів ураження нервових клітин при впливі на цілісний організм мікрохвиль.

Висновки

1. При одноразовій дії СВЧ-поля трисантиметрового діапазону великої інтенсивності ($0,4-0,5 \text{ вт/см}^2$) протягом однієї години в головному і спинному мозку кішок настають ураження нервових клітин у вигляді зміни їх об'єму і форми, зміни розташування і тинкторіальних властивостей ядра та ядерця, перегруповування базофільної зернистості хроматофільної речовини аж до її розпилення.

2. Ці ураження нейронів неоднаково виражені в різних функціональних групах нейронів. Більш лабільними є чутливі нейрони, менш резистентними — нейрони, що належать до вегетативної нервової системи і найбільш резистентними — моторні соматичні нейрони.

3. Ступінь морфологічних змін нейронів при впливі СВЧ-поля на цілісний організм може служити надійним показником уражуючої дії радіохвиль.

4. При визначенні функціонального стану нейрона з гістологічної точки зору, очевидно, крім змін стану тигроїдної речовини і ядра, необхідно враховувати стан, тинкторіальні властивості і положення ядерця.

Література

1. Боровский М. Л. — В сб.: «Проблемы реактивности в патологии», М., 1954.
2. Дойников Б. С. — Избр. труды по нейроморфологии невропатологии, Медгиз, 1955.
3. Жаботинский Ю. М. — Архив биол. наук, 1935, 37, 1, 273.
4. Заварзин А. А. — Очерки по эволюционной гистологии нервной системы, М.—Л., 1941.
5. Иваницкий А. М. — Бюлл. exper. биол. и мед., 1958, 7, Сообщение III; там же, 1958, 8, 10.
6. Кедровский Б. М. — Белковая структура клеточного тела, М.—Л., 1946.
7. Коштоянц Х. С. — Белковые тела, обмен веществ и нервная регуляция, М., 1951.
8. Лаврентьев Б. И., Плечкова Е. К. — В кн.: «Руководство по неврологии», Медгиз, 1955, 1.
9. Лимаренко И. М. — О химическом составе тигроида и ядер нервных клеток. Доклады АН СССР, 1956, 107, 6, 859.
10. Мигунова Д. К. — Тезисы докладов на I Белорусской конф. анатомов, гистологов, эмбриологов и топографоанатомов. Минск, 1957, 207.

11. Плечкова Е.
12. Плечкова Е.
13. Плечкова Е.
14. Первушин В.
15. Пресман А. С.
16. Пресман А. С.
17. Роскин Г. И.
18. Роскин Г. И.
19. Роскин Г. И.
20. Семенова-Тя
21. Талантов А.
22. Толгская М. С.
23. Горская И. В.
24. Шабадаш А. А.
25. Четчуева Т. А.
26. Фаворский Б.
27. Acheson G., S.
28. Barr M., Hami
29. Dolley D. — Ana
30. Hyden H. — Syn
31. Hyden H. — Kol
32. Fleming R. — B
33. Marinresco G. —
34. Nissl F. — Zschr.
35. Ranson S. — Net
36. Szent-György

В работе приведе
вещества, составляюще

Нами проведено м
ношении нейронов голо
сантиметрового диапазо
СВЧ-поля (ППМ 0,4—0
ственно после окончани
ке Ниссля.

Выявлены различн
его расплавления в отде
ронов, состояния, поло

Установлена разли
сит от функциональных

11. Плечкова Е. К.—Архив патол. анатомии и патол. физиологии, 1940, 6, 3, 72.
12. Плечкова Е. К.—В кн.: «Пластические и восстановительные процессы», М., 1959.
13. Плечкова Е. К.—Реакция нервной системы организма на хроническое повреждение периферического нерва, М., 1961.
14. Первушин В. Ю., Триумфов А. В.—Труды ВМА им. С. М. Кирова, 1957, 73.
15. Пресман А. С., Каменский Ю. И., Левитина Н. А.—Успехи соврем. биол., Изд-во АН СССР, 1961, 51, 1.
16. Пресман А. С.—Успехи соврем. биол., 1963, 56, 2 (5).
17. Роскин Г. И.—Доклады АН СССР, 1945, 49, 4, 296.
18. Роскин Г. И. и Шорникова М. В.—Доклады АН СССР, 1953, 93, 2, 349.
19. Роскин Г. И., Жирнова А. А. и Шорникова М. В.—Сравн. гистохимия чувствительных клеток спинальных ганглиев и моторных клеток спинного мозга, Изд-во АН СССР, 1954, 96, 4, 821.
20. Семенова-Тянь-Шанская В. Б.—В сб.: Вопросы патогистологии нервной системы, М.—Л., 1940.
21. Талантов А. А.—Вопросы нейрохирургии, 1944, 8, 5.
22. Толгская М. С., Гордон З. В., Лобанова Е. А.—Вопросы радиоэлектроники, 1960, серия 12, 10.
23. Торская И. В.—Тезисы докл. на I Белорусской конфер. анатомов, гистологов, эмбриологов и топографоанатомов, Минск, 1957.
24. Шабадаш А. Л.—Гистохимия гликогена нервной системы. Медгиз, М., 1949.
25. Четчуева Т. А.—В сб.: Вопросы патогистологии нервной системы, М.—Л., 1940.
26. Фаворский Б. А.—Об изменениях в центральной нервной системе в связи с травмой периферических нервов (экспериментальные и клинические материалы), Изд. ВММА, Л., 1946.
27. Acheson G., Schwarzscher H.—J. Comp. Neurol., 1956, 106, 247.
28. Barr M., Hamilton J.—J. Comp. Neurol., 1948, 89, 93.
29. Dolley D.—Anat. u. Physiol., 1914, 31, 35.
30. Hyden H.—Symposia of Society for Experimental Biology, Cambridge, 1947.
31. Hyden H.—Kolloquium. Heidelberg, 1953, 82, 5/6, 234.
32. Fleming R.—Brain, 1897, 20.
33. Marinesco G.—Presse med., 1898, 2, 201.
34. Nissl F.—Zschr. f. Psychiatr., 1892, 48.
35. Ranson S.—Neurol., 1909, 19.
36. Szent-Györgyi A.—Nature, 1931, 128, 761.

Надійшла до редакції
22.VI 1965 р.

Изменение тигроидного вещества нейронов при действии радиоволн

В. С. Белокриницкий

Лаборатория биофизики

Института физиологии им. А. А. Богомольца Академии наук УССР, Киев

Резюме

В работе приведены литературные данные о значении и сложности тигроидного вещества, составляющего белково-нуклеиновый энергетический фонд нейронов и принимающего самое активное участие в клеточном метаболизме.

Нами проведено морфологическое исследование различных в функциональном отношении нейронов головного и спинного мозга кошек при воздействии радиоволн трехсантиметрового диапазона на целостный организм. Применялось действие больших доз СВЧ-поля (ППМ 0,4—0,5 вт/см² в течение одного часа). Животных убивали непосредственно после окончания облучения. Материал исследовался по общепринятой методике Ниссля.

Выявлены различные картины состояния тигроидного вещества вплоть до полного его расплавления в отдельных нейронах. При этом наблюдалось изменение формы нейронов, состояния, положения и тинкториальных свойств ядер и ядрышек.

Установлена различная степень поражения нейронов радиоволнами, которая зависит от функциональных свойств нейронов и их онтогенеза.