

Морфологічні зміни внутрішніх органів при впливі на організм сантиметрових хвиль

С. Ф. Городецька

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

Морфологічні зміни внутрішніх органів при застосуванні радіохвиль були досліджені рядом авторів (Голишева, Возна і Гіллерсон, Лотіс, Воротилкін, Гордон, Лобанова і Толгська, Толгська, Первушин, Доліна та ін.).

Лотіс, піддаючи загальній дії УВЧ-поля статевозрілих самок білих щурів, встановив, що при хронічному застосуванні сублетальних доз у статевих органах спостерігається ряд морфологічних зрушень і функціональних змін. В яєчниках відзначається картина дрібнокістозної дегенерації фолікулів, а в матці — гіперплазія слизової оболонки, поєднана з порушеннями статевих циклу.

Гіллерсон і Возна, опромінюючи мишей УВЧ-полем, виявили неоднакову чутливість різних відділів статевих органів до опромінювання. Найбільш чутливі яєчники — фолікулярний апарат і яйцеві клітини.

Воротилкін при дії великих доз УВЧ ($\lambda=8$ м) виявив у яєчниках виражену гіперемію, некроз і жирову дегенерацію епітелію сім'яних каналців яєчка. При сильних впливах з'являються атипові фолікули, жовті тіла не формуються. В яєчках виявлена атрофія каналців, регенеративні процеси знижуються.

В літературі є дуже мало праць, присвячених морфологічним змінам внутрішніх органів при застосуванні сантиметрових хвиль.

Гордон, Лобанова і Толгська виявили при опромінюванні щурів (щільність потоку потужності (ЩПП) — 40 мвт/см² і 110 мвт/см²) дегенеративні зміни в паренхіматозних органах — печінці, нирках — і в нервовій системі, що характеризуються зморщуванням окремих клітин і ядер і одночасно змінами протоплазми окремих нервових клітин кори, гіпоталамічної ділянки і довгастого мозку. При збільшенні інтенсивності опромінювання у тварин відзначалися судинні розлади. Ці явища нарастають в залежності від інтенсивності опромінювання. Іміг, Томсон, Хайнс вивчали вплив сантиметрових хвиль (довжина хвилі — 12 см) та інфрачервоного опромінювання на самців білих щурів. Десятихвилинне опромінювання мікрохвилями при температурі 35° викликало дегенеративні зміни в сім'яниках тварин (явища дистрофічного порушення клітин сперматогенного епітелію в ділянках, розташованих ближче до джерела опромінювання, сперматогенез у пузирках порушений). Такі порушення відзначались при застосуванні інфрачервоного проміння при температурі 40° і більше. Різниця в типі дегенерації при застосуванні сантиметрових хвиль і інфрачервоного опромінювання автори не виявили.

Кілька досліджень при впливі (Доліна).

В літературі змін статевих о

В раніше л суванні трисант $0,4$ вт/см², експ білих мишей. М рі неповноцінне витку в порівн ми вважали цік рішніх органів, трисантиметров

На 30 миша виникають при з служив генератор

Тварин опром 5 хв. при ЩПП $0,4$ них тварин вбивал мінення, через 30 мінення. Зрізи п

Було виявл у морфологічні після опромінен ражені гемодин же в усі внутрі ся, зберігаючис ших судинах.

Протягом у кової дистрофії в серці, де в у дистрофії, що л некрози виявля йєрових бляшк ня, можна будл перебудова тка

На особли никах, починаю години після о ни клітин спер повного поруш зазнавала ураж уражена більш добу після опр ністю відновив

В значно б було виявити н нами органу е стані дистрофії ся білкова рід опромінення (с після опроміне танній день до лення клітин ф

Кілька досліджень присвячені морфологічним змінам нервової системи при впливі на організм сантиметрових хвиль (Толгська, Первушин, Доліна).

В літературі ми не знайшли праць, що стосуються морфологічних змін статевих органів при дії радіохвиль трисантиметрового діапазону.

В раніше проведених нами дослідженнях показано, що при застосуванні трисантиметрових хвиль щільністю потоку потужності (ЩПП) — $0,4 \text{ вт/см}^2$, експозиція — 5 хв. були виявлені порушення в розмноженні білих мишей. Майже всі опромінені тварини народжували в значній мірі неповноцінне потомство, у якого спостерігалася різка затримка розвитку в порівнянні з контрольними, неопроміненими тваринами. Тому ми вважали цікавим вивчити морфологічні зміни статевих і інших внутрішніх органів, що виникають під впливом електромагнітної енергії трисантиметрових хвиль.

На 30 мишах були досліджені морфологічні зміни внутрішніх органів, що виникають при застосуванні радіохвиль. Джерелом енергії сантиметрових хвиль служив генератор імпульсного режиму з довжиною хвилі 3 см.

Тварин опромінювали на відстані 10 см від джерела опромінення; експозиція — 5 хв. при ЩПП $0,4 \text{ вт/см}^2$. Щоб взяти потрібні для дослідження органи, піддослідних тварин вбивали групами в різні строки після опромінення: негайно після опромінення, через 30 хв., 1, 2, 4, 6, 12 год., 1, 2, 3, 5, 8, 10, 15, 20 діб після опромінення. Зрізи пофарбовували гематоксилін-еозином.

Було виявлено, що опромінення радіохвилями викликає певні зміни у морфологічній картині внутрішніх органів. У ранні строки (негайно після опромінення, через 30 хв., 1, 2 і 4 год.) слід відзначити різко виражені гемодинамічні розлади у вигляді гіперемії та крововиливів майже в усі внутрішні органи. У пізніші строки гіперемія трохи зменшується, зберігаючись лише в деяких органах (у печінці, легенях) і в найбільших судинах.

Протягом усього періоду досліджень можна відзначити явища білкової дистрофії в паренхіматозних клітинах органів, особливо виражені в серці, де в усіх випадках можна було констатувати явища білкової дистрофії, що доходить до мікронекрозів. Майже в усіх тварин мікронекрози виявлялись і в печінці. В лімфоїдних фолікулах селезінки, пейєрових бляшках кишечника, особливо в ранні строки після опромінення, можна було відзначити невеликі осередки ядерного розпаду, проте перебудова тканини в цих органах ніколи не спостерігалась.

На особливу увагу заслуговує ураження статевих органів. У сім'яниках, починаючи з дуже ранніх строків дослідження (через одну, дві години після опромінення), відзначаються наростаючі дистрофічні зміни клітин сперматогенного епітелію. Проте ми ні разу не могли бачити повного порушення сперматогенезу в усіх сім'яних пазирках. Звичайно зазнавала ураження третина або чверть пазирків. Лише зрідка була уражена більшість сім'яних пазирків (рис. 1, 2 — через 4 год. і на другу добу після опромінення). До двадцятої доби сперматогенез майже повністю відновився.

В значно більшій мірі уражуються яєчники. Їх ушкодження можна було виявити негайно ж після опромінення. Найбільш уразливими частинами органу є гранульозні клітини фолікулів. Клітини гранульози в стані дистрофії, ядра пікнотичні, між клітинами гранульози скупчується білкова рідина. Зміни фолікулів особливо виражені назавтра після опромінення (самка — рис. 3), а також на другу, третю і п'яту добу після опромінення. Навіть на двадцятий день після опромінення (останній день дослідження) ми не могли відзначити цілковитого відновлення клітин фолікулів.

Клітини жовтих тіл уражуються в меншій мірі, проте через 30 хв. після опромінення, на завтра і на восьму добу після опромінення ми могли відзначити в них явища вогнищевого розпаду клітин. Зміни в матці не мали закономірного і вираженого характеру.

Отже, опромінення радіохвилями трисантиметрового діапазону при ЩПП $0,4 \text{ вт/см}^2$ найбільше вплинуло на тканину яєчників. Ці дані під-



Рис. 1. Самець № 2. 4 год. після опромінення. У великих фолікулах сперматогенез відсутній.

Мікрофото. Збільшення 15×20 .

тверджують наші раніше проведені дослідження за функціональними тестами, в яких було показано, що найбільш кволе потомство давали опромінені самки і неопромінені самці.

Оскільки зміни, виявлені нами в розмноженні білих мишей і морфологій будові внутрішніх органів, могли бути зв'язані з певним тепловим ефектом (помітним підвищенням температури тканин внаслідок поглинання енергії хвиль), ми вважали за необхідне простежити, чи не відбудуться аналогічні зміни під впливом підвищення температури тіла тварини звичайним конвекційним теплом. З питання про морфологічні зміни в організмі тварин, підданих перегріванню, в літературі є ряд праць.

Кургуз (1937) при постановці термічних контролів (загальна діатермія) не виявив помітних змін у формених елементах крові. Променева теплота й ультракороткі хвилі спричиняють зміни лейкоцитів і тромбоцитів (переважно зміни в ядрах: нерівномірність забарвлення, пікноз і розпад ядерної субстанції).

Шибкова (1937) при діатермічному перегріванні не виявила види-

мих змін у нерв променева тепло топлазма, відзна

В літературі вивченню морфо хвиль сантиметр

Щоб розв'язати ці питання, ми провели дослід. Тварини (білі миші, вага 15-20 г, вік 3-4 тижні, де температура тіла була рівня, який був встановлений в діапазоні при 3,5-4,0° С (з таким самим рівнем температури в мостаті. Дослідження проводилися піддослідними тваринами через 30 хв., одразу після опромінення. Чотири миші були використані в дослідженні.

При дослідженні ми виявили, що зміни, які відбулися в крові, менш виражені, ніж в інших органах.

8—Фізіологічний жур

мих змін у нервовій тканині, тоді як ультракороткохвильова енергія і променева теплота викликали зміни нервових клітин (уражується протоплазма, відзначаються невеликі крововиливи в сірій і білій речовині).

В літературі ми не знайшли праць, присвячених порівняльному вивченню морфологічних змін, що виникають при застосуванні радіохвиль сантиметрового діапазону і конвекційного тепла.



Рис. 2. Самець № 11. 5 діб після опромінення. Четверть сім'яних пузирків перебуває в стані дистрофії і майже позбавлені клітин. Мікронекроз судинної стінки в капсулі сім'яника.

Мікрофото. Збільшення 10×20 .

Щоб розв'язати це питання, були поставлені контрольні теплові досліди. Тварин поміщали в термостат (типу інкубатора з циркуляцією повітря), де температура тіла тварин підвищувалась до того самого рівня, який був зареєстрований при дії радіохвиль трисантиметрового діапазону при ЩПП $0,4 \text{ Вт/см}^2$ і експозиції тривалістю 5 хв. У зазначених умовах температура тіла мишей підвищувалася в середньому на $3,5\text{--}4,0^\circ\text{C}$ (з 37°C в нормі до $40,5\text{--}41,0^\circ\text{C}$ після опромінення). До такого ж рівня підвищувалась температура мишей при нагріванні в термостаті. Дослідження були проведені на десяти мишах.

Піддослідні тварини були вбиті в різні строки після нагрівання (через 30 хв., одну, три, десять і двадцять діб після нагрівання). Чотири миші служили контролем, тобто не були піддані будь-яким впливам.

При дослідженні внутрішніх органів цих тварин було встановлено, що зміни, які виникають при загальному нагріванні конвекційним теплом, менш виражені, ніж в описаній вище серії. В ранні строки (30 хв.

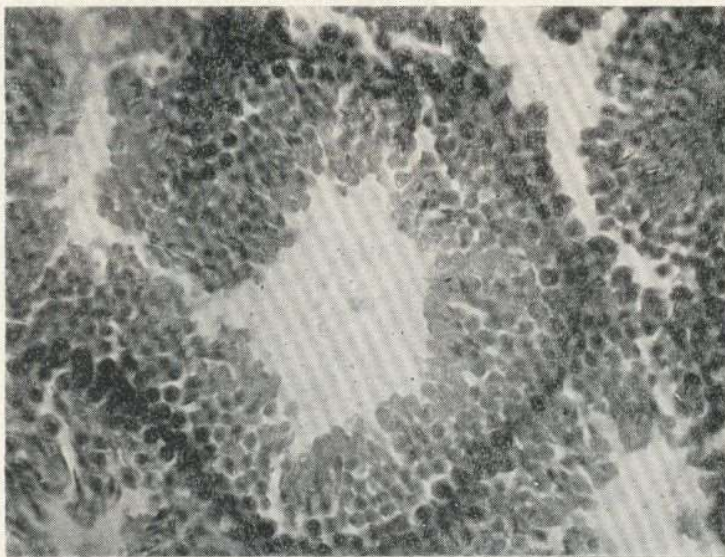


Рис. 4. Самець № 35. 3 доби після опромінення. Сім'я-
ник в межах норми, всі сім'яні пазирки з явищами
сперматогенезу.
Мікрофото. Збільшення 15×20.

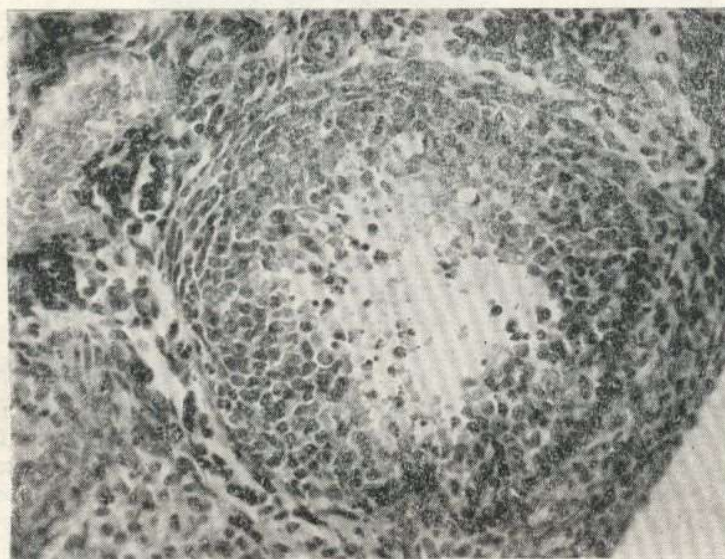


Рис. 3. Самка № 3. 12 год. після опромінення. Розпад
клітин фолікулів.
Мікрофото. Збільшення 15×20.

після нагріван-
ня поля гемодина-
міки у внутріш-
ніх дослідже-
тевих органів
внутрішній радіохв-
30 хв. і через
ливо різко ви-
бачити явища
кових мас. С
третього дня
в межах норм
ся явища спе

В яєчнику:
ликі кровови-
М'язовий шар
зової оболонк

Починаю-
ться велика
них змін. Отж
явити такого
при застосува

1. Опром
0,4 вт/см² не

2. В ран
різко вираже
ви майже в у
нах в усі пер
строфії, яка
крозів.

3. Особл
ників і яєчни
м'яники: до
новлення кліт

4. При з
внутрішніх ор
стання і шви

5. При д
та яєчники)

6. Будь-я
поля ми не ви

Ворот
с. 48.

Гиллер
(ГИФ) в. 5, 193

Гордов
санитарія, № 1

Городе
Долина

після нагрівання) нами були виявлені помірні в порівнянні з дією НВЧ-поля гемодинамічні розлади у вигляді гіперемії і невеликих крововиливів у внутрішніх органах (печінці, селезінці, нирках, сім'яниках). В усіх досліджених випадках ми не спостерігали значного ураження статевих органів, аналогічного ураженням, які виявляються при застосуванні радіохвиль. У сім'яниках в ранні строки після нагрівання (через 30 хв. і через добу) відзначаються лише гіперемія і крововиливи, особливо різко виражені під капсулою. В деяких сім'яних пухирках можна бачити явища набрякання тканин, зокрема скупчення гомогенних білкових мас. Сперматогенез у таких пухирках відсутній. Починаючи з третього дня після нагрівання, сім'яники майже в усіх випадках були в межах норми, у величезній більшості сім'яних пухирків спостерігалися явища сперматогенезу (рис. 4).

В яєчниках через 30 хв. і через добу після нагрівання виявлені невеликі крововиливи серед клітин гранульози і зернистий розпад клітин. М'язовий шар рога матки трохи гіперемійований, епітелій і строма слизової оболонки в межах норми.

Починаючи з третього дня після нагрівання, в яєчниках відзначається велика кількість фолікулів і жовтих тіл без будь-яких патологічних змін. Отже, при постановці термічних контролів нам не вдалося виявити такого різкого ураження статевих органів, яке спостерігалось при застосуванні радіохвиль.

Висновки

1. Опромінення тварин радіохвилями довжиною 3 см, ЩПП $0,4 \text{ вт/см}^2$ не можна вважати нешкідливим для організму.
2. В ранні строки після опромінення радіохвилями розвиваються різко виражені гемодинамічні розлади — явища гіперемії і крововиливи майже в усіх внутрішніх органах. Крім гіперемії, у внутрішніх органах в усі періоди дослідження можна спостерігати явища білкової дистрофії, яка в деяких органах (у серці, печінці) доходить до мікронекрозів.
3. Особливої уваги заслуговує ураження статевих органів — сім'яників і яєчників. Яєчники уражуються в значно більшій мірі, ніж сім'яники: до 20-го дня після опромінення ми не могли відзначити відновлення клітин фолікулів.
4. При застосуванні перегрівання конвекційним теплом зміни у внутрішніх органах менш виражені. Можна лише відзначити раннє настання і швидке зникнення гемодинамічних розладів.
5. При дії конвекційного тепла статеві органи мишей (сім'яники та яєчники) не зазнають різких змін.
6. Будь-яких специфічних морфологічних змін під впливом НВЧ-поля ми не виявили.

ЛІТЕРАТУРА

- Воротилкин А. И., Бюлл. exper. биол. и мед., т. XXI, в. 1—2, 1946, с. 48.
 Гиллерсон А. Б. и Возная А. Ц., Труды Ин-та физиотерапии (ГИФ) в. 5, 1939, М., с. 149.
 Гордон З. В., Лобанова Е. Л., Толгская М. С., Гигиена и санитария, № 12, 1955, с. 16.
 Городецкая С. Ф., Физиол. журн. АН УРСР, т. VI, № 5, 1960, с. 622.
 Долина Л. А., Архив патологии, № 1, 1961, с. 51.

Рис. 4. Самець № 35, 3 доби після опромінення. Сім'яник в межах норми, всі сім'яні пухирки з явищами сперматогенезу. 15×20 .
 Мікрофото.

Рис. 3. Самка № 3, 12 год. після опромінення. Розпад клітин фолікулів.
 Мікрофото. Збільшення 15×20 .

- Кургуз Г. И., Архив анатомии, гистологии и эмбриологии, т. XVII, № 1, 1937, с. 83.
 Лотис В. М., Акушерство и гинекология, № 10, 1936, с. 1240.
 Милицин В. А., Возная А. Ц., Физיותרapia, т. 33, № 2, 1937, с. 35.
 Первушин Ю. В., Бюлл. exper. биол. и мед., т. 43, № 6, 1957, с. 87.
 Шибкова С. А., Архив анатомии, гистологии и эмбриологии, т. XVII, № 1, 1937, с. 72.
 Imig C. J., Thomson J. D., Hines H. M., Proc. Soc. Exper. Biol. a. Med., 69, 1—3, 1948, p. 382.

Надійшла до редакції
10. XI 1961 р.

Морфологические изменения внутренних органов при воздействии на организм сантиметровых волн

С. Ф. Городецкая

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

Резюме

Облучение животных радиоволнами трисантиметрового диапазона при ППМ 0,4 вт/см² не безвредно для организма. В ранние сроки после облучения развиваются резко выраженные гемодинамические расстройства — явления гиперемии и кровоизлияния почти во всех внутренних органах. Почти во всех случаях были отмечены явления белковой дистрофии, доходящей в некоторых органах (печень, сердце) до микро-некроза. При исследовании половых органов мы обнаружили, что яичники поражаются в значительно большей степени, чем семенники. В контрольной серии исследований с изменением подогревания конвекционным теплом изменения во внутренних органах менее выражены и менее отчетливы. Можно отметить лишь рано наступающие и быстро проходящие гемодинамические расстройства. Половые органы мышей (семенники и яичники) не подвергаются резким изменениям.

Мы не выявили каких-либо специфических морфологических изменений при действии СВЧ-поля.

Про дина
і відновл

Відділ нев

При мен
дифузна заг
кружіння, по
оглушення,
телектуальн
щеві симпто

Динамік

у хворих з н

Динамік

ня часто виз
лізатора і пі
поставили пе
нення рухов
менінго-енце

Під наш
етіології, які
нопарезами.
ком 20—40 р
двох років і

У 11 хво
ромальних я
рухової фун
У хворих із
цій було неп
кінцем.

У більш
темп розвитку
вання можли
зменшення р
хових функц
стання геміп
лення рухов
паралічу, на
рактері про
спостерігала
щому характ
Отже, п
прогноз щод
вим, ніж при